This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

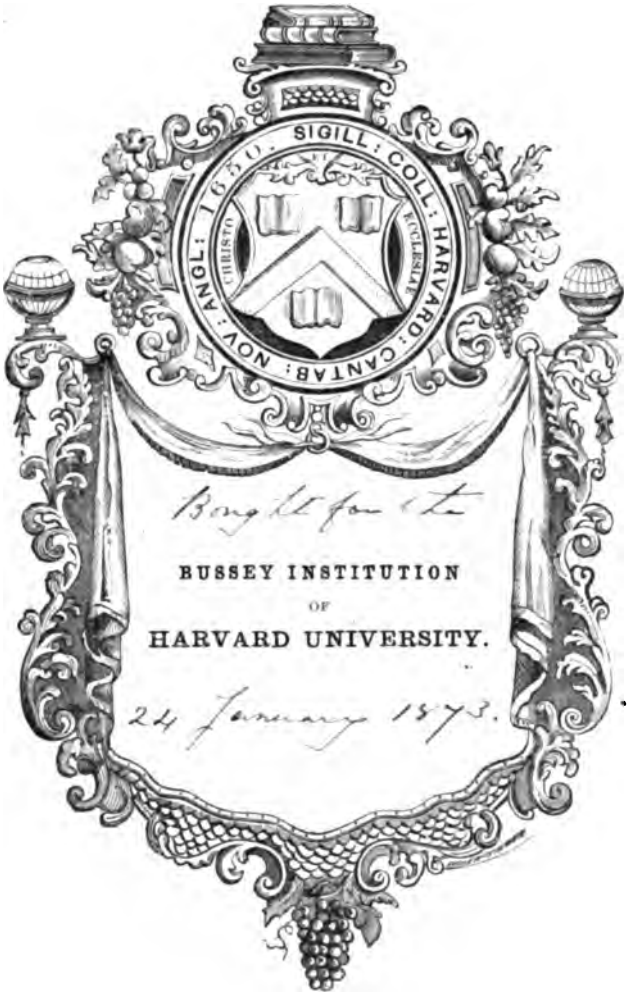
À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

NEDL TRANSFER
HN 3EGE 1

KG 12204 (1)

Bot 1458.67



TRANSFERRED
TO
HARVARD COLLEGE
LIBRARY

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LA VÉGÉTATION

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

Les Engrais chimiques. — Entretiens agricoles de 1867. In-18.

La production végétale. — Conférences de Vincennes. 2e édition. In-8.

La production agricole définie par la science. — Conférence faite à Lyon en 1863. In-8.

La Crise agricole devant la science. — Conférence faite à la Sorbonne le 17 mars 1866. In-8.

PARIS. — IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH, 1.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LA VÉGÉTATION

PAR

GEORGES VILLE

60

MÉMOIRES ET MÉLANGES

TOME PREMIER

AVEC 3 PLANCHES

PARIS
LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE
26, RUE JACOB, 26

1868
Tous droits réservés.

KG 12204 (1)

HARVARD COLLEGE
1936
LIBRARY

Transferred from
Peabody Institute.

A MONSIEUR ROULAND

SÉNATEUR

GOUVERNEUR DE LA BANQUE DE FRANCE

Monsieur le Gouverneur,

Lorsque le département de l'instruction publique était confié à votre vigilante sollicitude, les portes du Muséum d'histoire naturelle me furent ouvertes par la fondation de la chaire de physique végétale.

Pour justifier cette création nouvelle auprès de l'Empereur et devant l'opinion, vous disiez :

« Il importerait que les éléments multiples que la végétation concentre en elle-même fussent, dans leur ensemble, l'objet d'un enseignement synthétique qui ferait connaître l'influence de chacun d'eux, à quelque science qu'il faille en demander compte. Le progrès de l'agriculture exigerait surtout qu'il en fût ainsi. »

En inscrivant votre nom en tête de ce livre, je cède à deux sentiments : je voudrais justifier, si c'est possible, la confiance dont vous m'avez honoré, et vous renouveler l'expression de mes sentiments invariables de reconnaissance et d'affection.

GEORGES VILLE.

Paris, le 4 décembre 1867.

PRÉFACE

DE LA DEUXIÈME ÉDITION

I

Les études, que je présente pour la seconde fois au public, remontent à une époque déjà loin de nous (les premières datent de 1849 et les dernières s'arrêtent à 1857), et cependant elles me semblent n'avoir rien perdu de leur à-propos. Au contraire.

Les questions agricoles ont acquis, en effet, depuis quelques années, une importance qu'on était loin de leur accorder en 1849. Tout ce qui se rattache de près ou de loin à l'exploitation du sol éveille aujourd'hui un intérêt qui ne s'épuise ni ne se ralentit. C'est une conséquence naturelle du régime économique qui a prévalu

en France. Avec la liberté du commerce, en effet, une nation ne peut être florissante qu'à la condition de faire mieux que les autres nations auxquelles ses marchés sont ouverts. Or, comme à part les métaux et les combustibles, toutes les matières premières qui alimentent l'industrie viennent de l'agriculture, l'agriculture est devenue la véritable base sur laquelle repose la prospérité publique. De là l'émulation qui sollicite tous les peuples de l'Europe et du nouveau monde à donner à leur industrie agricole une constitution assez puissante pour n'avoir rien à craindre de la concurrence étrangère.

Tant que les méthodes de culture fondées sur l'emploi du fumier de ferme ont donné des produits rémunérateurs, l'agriculture a trouvé dans les traditions du passé des préceptes qui *répondaient à tous ses besoins*. Mais lorsque l'aiguillon et plus tard la menace de la concurrence étrangère ont commencé à se faire sentir, alors il est devenu manifeste qu'il n'était plus possible de s'en tenir aux anciens procédés de culture et qu'il fallait de toute nécessité recourir à une importation permanente d'engrais. Mais où les prendre? comment les composer? d'après quelles données en fixer le prix et en régler l'usage? Et puis, était-il bien sûr qu'en dehors des détritus végétaux et animaux il existât des engrais que l'on pût substituer au fumier sans s'exposer à épuiser le sol? A ces préoccupations devenues très-pressantes, la science, qui poursuivait dans le silence l'étude de la formation

des végétaux, est venue à point nommé calmer les alarmes que ces incertitudes faisaient naître, et nous fournir les moyens de parer à toutes les éventualités.

Aujourd'hui la production des végétaux, en tant qu'il s'agit des besoins de la pratique agricole, est un problème complétement résolu. Nous connaissons dans ce qu'elles ont de plus essentiel les conditions qui en règlent l'essor. Le sujet n'est pas épuisé, parce que la raison humaine n'en épuise aucun ; mais, je le répète, ce que nous savons suffit amplement à toutes les nécessités avec lesquelles la pratique est aux prises.

La science nous enseigne, elle fait plus, elle prouve que la fertilité dépend de la présence dans le sol d'un petit nombre de produits invariables, et que si le fumier se montre lui-même si efficace, c'est à leur présence qu'il le doit ; les agents dont il s'agit sont à l'égard du fumier ce que la quinine est à l'égard du quinquina, la source de son action et de ses bons effets.

Mais quel immense horizon s'ouvre devant nous, si nous considérons que ces agents qui sèment à leur suite l'abondance et alimentent les sources de la vie sous toutes les formes, existent dans la nature à l'état de dépôts géologiques d'une puissance incalculable.

Lorsque l'agriculture veut tirer de son propre fond à la fois les grains qu'elle exporte et le fumier qui doit servir à les produire, ses moyens d'action se trouvent fatalement renfermés dans des limites qu'elle ne peut dépasser.

Avec le fumier seul il est impossible d'atteindre économiquement les rendements maximum, qui sont pourtant les seuls rémunérateurs, et dans la grande généralité des cas, alors qu'on affecte à la prairie la moitié de la surface cultivée, c'est à grand'peine si l'on peut disposer de 10 à 12,000 kilogrammes de fumier par hectare et par an. Or dans ces conditions les rendements sont nécessairement faibles et les bénéfices plus que problématiques.

Sous l'empire de ce régime, les denrées de première nécessité se maintiennent à un prix très-élevé, la population ne peut prendre qu'un essor relativement restreint, par cette raison sans appel, que la somme de matière qui alimente la vie se trouve inévitablement limitée.

Avec les nouveaux modes de culture, cette situation change complétement : aucune entrave ne peut arrêter désormais notre action. J'ai dit que les agents de fertilisation sur lesquels ils reposent forment des gisements inépuisables : rien ne peut donc en restreindre l'emploi.

Dans le passé on avait érigé en axiome cette proposition, que pour faire de la bonne culture il fallait de la prairie, du bétail et du fumier. Or remarquez que cette proposition est à la fois une hérésie agricole et un non-sens économique.

L'agriculteur, qui n'emploie que du fumier et rien que du fumier, épuise sa terre. Car d'où vient le fumier? du fonds. L'usage du fumier atténue les pertes que le sol a subies, mais il ne les répare pas. Lorsqu'on exporte de la

viande, la perte est moindre que lorsqu'on exporte des grains, mais il y a toujours perte. Je le répète donc, cet axiome, dont on a fait jusqu'ici la base et comme le palladium de l'agriculture, n'est en réalité qu'un expédient. Il n'a sa raison d'être et sa justification que dans le cas très-exceptionnel où la prairie est arrosée par un cours d'eau limoneux qui rend à la terre, en agents de fertilité, l'équivalent de ce qu'elle a perdu ; mais ce cas, étant une exception, ne saurait faire loi.

Je vais plus loin, en disant que la culture fondée sur l'emploi exclusif du fumier est aussi un non-sens économique. En effet, supposez le cas d'une terre de fertilité moyenne, rendant sur le pied de 8 à 10 hectolitres de froment par hectare, et calculez ce qu'il faut de temps et d'argent pour l'amener à produire 25 ou 30 hectolitres avec du fumier, et vous reculerez devant les sacrifices que cette amélioration entraînerait. Avec les nouveaux engrais, le résultat est immédiat, la progression soudaine et le bénéfice immédiat aussi. Or, si nous remarquons qu'outre le bénéfice on augmente dès la première année les ressources en paille, n'est-il pas évident qu'au lieu de faire de la viande pour avoir du blé, il y a un avantage manifeste à renverser l'ordre préconisé jusqu'ici et à commencer par faire du blé à l'aide d'une importation d'engrais pour avoir un bénéfice d'abord, puis de la paille et enfin du fumier? L'épuisement du sol ne cesse donc que lorsqu'il y a réellement importa-

tion d'engrais, et la solution qui nous est imposée par la force des choses, c'est de recourir de plus en plus à l'emploi de ces agents nouveaux, dont la science nous a révélé à la fois l'existence et les fonctions, et dont la pratique tend à faire un usage de jour en jour plus étendu sous le nom d'engrais chimiques.

J'ai exposé ailleurs les règles qu'il faut suivre lorsqu'on appelle à son aide ces agents précieux. Aujourd'hui je me propose un but tout différent.

La science à notre époque est animée d'une double ambition : elle pense, et il faut s'en louer, que toute vérité nouvelle doit aboutir à un résultat utile et pratique, et que tant qu'elle n'y a pas réussi sa tâche est incomplète.

« L'humanité semble avoir compris aujourd'hui que « son but est, non plus la contemplation passive, mais le « progrès et l'action ; ces idées pénètrent de plus en plus « profondément dans les sociétés, et le rôle actif des scien- « ces expérimentales s'étend aux sciences historiques et « morales elles-mêmes. On a compris qu'il ne suffit pas « de rester spectateur inerte du bien et du mal, en jouis- « sant de l'un et se préservant de l'autre. La morale « moderne aspire à un rôle plus grand : elle recherche les « causes, veut les expliquer et agir sur elles ; elle veut en « un mot dominer le bien et le mal, faire naître l'un et le « développer, lutter avec l'autre pour l'extirper et le dé- « truire. On le voit donc, c'est une tendance générale, et

« le souffle scientifique moderne est éminemment con-
« quérant et dominateur. »

Ces fières et mâles paroles, sorties de la plume de l'un des représentants les plus glorieux de la science de nos jours, M. Claude Bernard, expriment mieux que je ne l'aurais pu faire les sentiments, les préoccupations auxquels j'ai cédé en publiant les *Conférences* de Vincennes et mes nouveaux *Entretiens agricoles*, en un mot le désir de contribuer à perfectionner nos moyens de production, à les étendre, afin d'arriver à réduire le prix des denrées de première nécessité. Le caractère à la fois général et pratique de ces deux publications s'explique par leur destination; mais, bornée à des œuvres de cet ordre, ma tâche ne serait qu'à moitié remplie à mes yeux. Pour donner aux procédés pratiques une impulsion irrésistible, il nous faut remonter à la source des vérités premières. Pénétré de la croyance que les progrès de l'industrie naissent tous des notions nouvelles qu'il nous est donné d'acquérir sur les forces et les phénomènes de la nature, nous croyons que reculer nos connaissances dans le domaine de la science pure est le moyen le plus sûr de servir la cause du progrès et de féconder certainement le champ des applications utiles.

La présente publication est née de cette pensée. Après avoir coordonné d'après un plan systématique tout ce qui m'a paru devoir ou pouvoir servir les intérêts de la pratique agricole, je tente une œuvre d'un ordre tout différent. J'ai résolu de reprendre en sous œuvre et par le

détail l'étude du travail de la végétation, de définir les influences et les conditions qui s'y rapportent, autant qu'il dépendra de ma faiblesse, sans me préoccuper des questions d'intérêts publics ou privés qui peuvent s'y rattacher ou en dépendre. Chaque question est donc appelée à devenir ainsi l'objet d'une sorte de monographie destinée à justifier dans une certaine mesure les données pratiques sur lesquelles reposent les *Conférences* et les *Entretiens*.

Malgré la variété presque infinie de ses productions, le règne végétal ne met en œuvre que 14 corps ou éléments différents. Tout ce qui naît d'elle et a vécu sous l'empire de ses lois, les contient et n'a vécu qu'à ce prix. Pour définir la végétation dans ses agents, il nous faut donc déterminer la nature de ces 14 éléments; pour pénétrer les conditions virtuelles de leur activité, il nous faut connaître les formes souvent multiples sous lesquelles ils sont assimilables. Pour nous élever à la connaissance des lois qui commandent à ce travail et en règlent les produits, il nous faut démêler le jeu des forces dont les végétaux sont le siége et dans lesquelles leur activité se résout. Si l'on fait volontairement abstraction de la dernière partie de ce programme, c'est-à-dire des forces mises en jeu, pour ne s'attacher qu'aux agents matériels qu'elles animent, on est amené tout d'abord à s'enquérir de leur origine et de la mesure dans laquelle nous pouvons nous les procurer.

Or, je commencerai cette étude par l'azote considéré

dans ses rapports avec le monde végétal, et je me demande quelle en est la source. Vient-il du sol ou de l'air, ou des deux à la fois? Est-il vrai notamment que l'azote élémentaire de l'air soit indispensable à l'exercice et au maintien de la vie végétale? De ces trois questions, qui sont solidaires, la dernière l'emporte de beaucoup sur les deux autres, et par les difficultés que sa solution oppose à nos investigations, et par les questions théoriques qui s'y rattachent. Pour ce motif, c'est par elle que je commencerai; je reproduis donc la proposition qui est appelée à devenir le fond de ma thèse principale : Est-il vrai que l'azote de l'air soit une des conditions de la vie végétale?—Il y a quinze ans que j'ai répondu par l'affirmative. Quoique fondée sur un grand nombre d'expériences dont plusieurs étaient très-importantes à mes yeux, cette solution ne fut pas favorablement accueillie : elle rencontra même une opposition générale et presque systématique; je suis amené pourtant à l'affirmer de nouveau dans toute son intégrité. Les preuves que j'invoquais à l'origine sont restées intactes à mes yeux, je dirai même qu'elles ont reçu de la pratique une confirmation qui se renouvelle tous les jours. Quant à l'opposition que j'ai rencontrée, qu'il me soit permis de rappeler d'où elle est venue, sur quels témoignages elle s'appuyait et sous quels subterfuges elle est réduite à s'abriter aujourd'hui.

II

Lorsque je résolus, en 1849, de déterminer, par des expériences certaines, dans quelle mesure et sous quelle forme l'air contribue à fournir de l'azote aux plantes, on admettait, sur la foi des recherches publiées, en 1838, par M. Boussingault, que c'était sous trois formes principales : par les poussières que l'air tient en suspension, par l'ammoniaque dont il contient de faibles traces, et enfin par l'azote lui-même qui forme les 4/5 de notre atmosphère.

Suivant M. Boussingault, les plantes que l'on cultive dans le sable calciné accusent toujours un excédant d'azote dont l'atmosphère a fait les frais. Il est vrai que ses expériences étaient loin d'être probantes et irréprochables. On pouvait remarquer, en premier lieu, que dans tous les faits invoqués par M. Boussingault le poids des récoltes n'atteignait guère que deux ou trois fois celui de la semence, et que les plantes avaient à peine dépassé la période de la germination, pendant laquelle elles vivent aux dépens de la substance de leurs graines.

Ce n'est pas ici le lieu d'insister sur les causes qui devaient nuire aux cultures de M. Boussingault. Cet ordre de considérations nous ferait perdre de vue l'objet principal

que nous devons avant tout nous proposer. Nous ne mentionnerons donc qu'à titre de simples indications de faits ce qui devait amener, à nos yeux, d'inévitables mécomptes. — L'emploi de pots de porcelaine dans lesquels la végétation n'est jamais prospère : circonstance qu'à son insu M. Boussingault avait aggravée en remplissant les pots avec du sable calciné, sans prendre la précaution de placer au fond des débris de brique, pour établir une sorte de drainage et laisser pénétrer l'air à l'intérieur. Lorsqu'on néglige ces précautions, le sable se tasse et durcit, les racines se développent mal, et l'on n'obtient que des rudiments de plantes. Il en est tout autrement si au drainage dont je viens de parler on ajoute le soin de n'employer que des pots de terre poreuse, portant à la partie inférieure des fentes de 1/2 centimètre de largeur, et si on place ces pots au centre d'une cuvette plate, à moitié remplie d'eau distillée.

Dans ces nouvelles conditions, l'air pénètre à l'intérieur des pots, la couche de brique est maintenue humide par une nappe d'eau qui, à raison de son exposition à l'air, ne peut croupir, et la végétation est infiniment plus prospère.

Mais revenons aux expériences de M. Boussingault. Elles avaient péremptoirement établi que les plantes cultivées dans du sable calciné empruntent de l'azote à l'atmosphère. — Le doute n'était plus possible que sur un point : la forme sous laquelle cet azote est absorbé. On avait le choix, ai-je dit, entre trois sources : — les poussières,

— l'ammoniaque et l'azote de l'air à l'état élémentaire.

Lorsque je résolus de reprendre sur des bases nouvelles l'étude de cette question, il me parut que je devais d'abord m'enquérir du degré d'importance de ces trois causes avant de songer à déterminer la part qui pouvait leur revenir dans le phénomène que je m'étais proposé d'approfondir.

Les poussières ? Peut-on sérieusement avoir la pensée de faire dépendre un grand phénomène d'une cause tout à la fois si éventuelle et si précaire ? *A priori* la raison s'y refuse. Cependant, je résolus de me soustraire à leur influence dans le dispositif des expériences que j'avais conçues, en faisant passer l'air destiné aux plantes à travers un filtre de coton cardé, ou de filaments d'amianthe calcinés.

L'ammoniaque ? Cette fois, la supposition avait plus de vraisemblance. En 1849 on ne savait pas, ou du moins on savait mal, qu'il y a un grand nombre de végétaux sur lesquels les sels ammoniacaux n'ont pas d'action, si tant est qu'ils n'en aient pas une décidément nuisible. Sous l'empire de cette préoccupation que les sels ammoniacaux produisent dans beaucoup de cas des effets comparables aux matières animales dont les engrais attestent chaque jour la haute efficacité, on fut amené à donner à une ancienne opinion de Th. de Saussure plus d'importance qu'elle n'en méritait certainement.

Saussure avait fait la remarque qu'une dissolution de

sulfate d'alumine, abandonnée au contact de l'air, laisse déposer, au bout de quelques jours, des cristaux d'alun ammoniacal. A l'origine la dissolution n'en contenait pas. Pour expliquer la formation des cristaux d'alun, il fallait qu'il fût intervenu de l'ammoniaque. Quelle pouvait en être la source, si ce n'est l'atmosphère qui, seule, avait eu accès sur la dissolution ?

Donnant à cette observation une importance de premier ordre, M. Liebig en déduisit ces deux conséquences : que l'atmosphère contient de l'ammoniaque au nombre de ses constituants fondamentaux, et que ce produit d'origine atmosphérique est la source où les végétaux puisent l'azote qui est indispensable à leur formation.

Sans nier qu'il pût en être ainsi, il me parut nécessaire cependant de fixer, par une investigation directe, la dose réelle d'ammoniaque qui est contenue dans l'air, avant de lui assigner un rôle précis à l'égard de la végétation.

Une chose m'avait toujours frappé dans les tentatives faites avant moi pour fixer ce point délicat de la composition de notre atmosphère : c'était l'insuffisance du volume d'air sur lequel on avait opéré et l'absence de tout contrôle pour vérifier les résultats obtenus. Je m'attachai donc principalement à éviter ces deux écueils, et ce ne fut qu'après avoir arrêté une méthode qui satisfît à ces conditions que j'en tentai l'application à l'objet spécial que je m'étais proposé.

Dès mes premiers dosages, l'ammoniaque recueillie se

trouva en quantité si faible, qu'il me vint aussitôt à l'esprit des doutes sur le rôle qu'on lui attribuait dans la végétation.

Cette quantité se trouve, en effet, comprise entre 0,00000016 et 0,000000027, ou pour employer des chiffres qui parlent mieux à l'esprit, entre 16 et 32 grammes d'ammoniaque pour UN MILLION de kilogrammes d'air.

Et veuillez remarquer qu'il ne s'agit pas ici d'un dosage isolé, mais de la moyenne de seize dosages, opérés tant dans l'intérieur de Paris qu'à la campagne, en agissant sur des volumes d'air qui se sont élevés jusqu'à 70,000 litres. Enfin, pour donner une idée de la délicatesse et de la sûreté de la méthode à laquelle j'avais eu recours, je puis dire que 0gr,00890 d'ammoniaque ayant été ajoutés à un grand volume d'air, on en a retrouvé et dosé 0gr,00886, ce qui fixe à 0gr,00004 la délicatesse du procédé.

Préparé par ces études préliminaires, auxquelles j'avais ajouté un grand nombre d'essais de culture dans le sable calciné, afin de m'éclairer sur les conditions les plus favorables au succès de la végétation dans ces conditions anormales, j'abordais enfin le problème principal.

A l'exemple de M. Boussingault, je semai des graines dans des sols composés de toutes pièces avec des matériaux connus et dont l'azote, sous toutes les formes, avait été rigoureusement banni. Je fis plus, j'enfermai les plantes dans des cages vitrées, que traversait sans interruption un courant d'air dont le volume était ri-

goureusement déterminé chaque jour. — Dans ces conditions, les plantes accusèrent un excédant d'azote dépassant de plusieurs milliers de fois l'ammoniaque que l'atmosphère aurait pu y introduire. — Il ne pouvait être question des poussières; j'ai expliqué comment on s'en était garanti. Je dirai même que plus tard, afin de raffermir le témoignage de cette première expérience, avant de donner accès à l'air dans l'intérieur des cloches, on le soumit à une véritable épuration au moyen de l'acide sulfurique et du bicarbonate de soude, afin d'en exclure irrévocablement à la fois les corpuscules de toute nature qu'il pouvait tenir en suspension et l'ammoniaque elle-même. Or, dans ces nouvelles conditions, les résultats furent exactement les mêmes. Les plantes venues dans cet air privé de tout produit azoté autre que d'azote gazeux, accusèrent un excédant d'azote sur celui de la graine. Comment nier, devant un tel concours de preuves, le rôle de l'azote de l'air dans la nutrition végétale?

Dans le cours de mes recherches je fus amené cependant à reconnaître qu'il y avait un cas, un seul, où l'azote de l'air n'était pas assimilé : celui où les plantes étaient placées dans une atmosphère stagnante et confinée. — Mais ce cas, fort intéressant en lui-même, ne pouvait atténuer en rien la précédente conclusion, puisqu'il ne se présente pas dans la nature.

Toutefois cette conclusion ne fut pas accueillie avec faveur. M. Boussingault, dont elle confirmait les premiers

travaux, s'en constitua l'adversaire irréconciliable. Mais avant de parler de son opposition et de montrer à quelles inconcevables variations elle l'a conduit, qu'il me soit permis de rappeler les développements que des recherches ultérieures devaient donner à mes premières propositions.

L'état gazeux n'est pas la seule forme sous laquelle l'azote est assimilé par les végétaux; les sels ammoniacaux et les nitrates le sont aussi, et avec plus de facilité encore. Sans entrer dans le détail de tous les faits qu'il m'a été donné de constater à cet égard, je rappellerai cependant comment ces nouvelles expériences m'ont ramené par une autre voie à ma première conclusion.

Dans un sol de sable calciné, les plantes n'absorbent pas toutes l'azote de l'air au même degré. Ainsi, de la part du froment, ou de la graine de cresson, l'absorption est constante; avec le tabac et le colza, au contraire, elle n'a lieu qu'à de certaines conditions; ce fait mérite d'être expliqué.

Lorsqu'une plante doit tirer de l'air et de l'eau la totalité des éléments organiques (carbone, hydrogène, oxygène et azote) que sa formation réclame, elle a besoin, pour s'assimiler l'azote à l'état élémentaire, d'être pourvue au préalable d'un nombre suffisant de feuilles. Il faut donc qu'elle trouve dans la graine les moyens de les acquérir; si cette condition n'est pas remplie, la plante ne s'assimile pas l'azote de l'air. Comment en serait-il autrement?

Il y a toujours absorption lorsque la plante est cultivée

dans la bonne terre, parce que les produits azotés du sol suppléent à l'insuffisance de ceux de la graine. Mais lorsque le sol n'est que du sable calciné, faute de ces produits, il peut arriver et il arrive souvent que les feuilles n'atteignent pas le développement voulu pour absorber l'azote libre de l'air. Dans ces conditions précaires, il n'est pas rare de voir le développement de la plante, d'abord ralenti, finir par s'arrêter complétement. Il n'y a rien là qui doive nous surprendre.

Dès qu'il est question de culture dans le sable calciné, les plantes se partagent donc en deux catégories bien distinctes, celles qui trouvent dans leur graine de quoi pourvoir à la formation d'un premier jet de feuilles, vivaces et bien organisées, et celles qui, faute de cette ressource, ne peuvent dépasser le travail circonscrit de la germination. Le froment appartient essentiellement à la première catégorie, alors que le tabac et le colza appartiennent à la seconde; et ce qui prouve que la différence tient bien à la cause que j'indique, c'est que si, au lieu de semer dans le sable calciné (amendé de tous les minéraux voulus) une graine de tabac, on y transplante un pied de tabac venu dans la bonne terre, la plante y prospérera aussi bien que le froment et acquerra même une quantité d'azote supérieure à celle fixée par cette dernière plante. On peut arriver au même résultat par une autre voie. En effet, que l'on ajoute au sable une petite quantité de nitre, ce sel étant très-assimilable supplée à l'insuffisance de

l'azote de la graine, et la plante dépasse sans effort la période de la germination. Mais, dans cette dernière condition, deux cas peuvent encore se présenter. — Si la quantité de nitre est trop faible, le colza et le tabac s'en assimilent l'azote, mais ne vont point au delà. Élève-t-on la dose, la récolte accuse un excédant considérable d'azote dont le nitre ne peut plus rendre compte.

Ces expériences comparatives prouvent encore que l'assimilation de l'azote atmosphérique ne commence qu'à partir d'une certaine période, et qu'au delà on ne peut l'expliquer ni par les poussières de l'air, ni par les traces d'ammoniaque qu'on y a constatées, puisqu'il dépend de l'opérateur de la faire naître ou de l'empêcher en réglant la dose de nitre qu'il ajoute au sable du sol. Ces expériences sont donc conformes aux premières, et nous ramènent à la même conclusion.

J'ai pu démontrer par une autre voie que l'azote est nécessaire à la vie des plantes.

Les matières d'origine animale exercent sur la végétation une influence des plus utiles, et c'est comme source d'azote qu'elles agissent. Si l'on ajoute de la gélatine, par exemple, à du sable calciné, la végétation s'y montre plus active que dans le sable pur; les plantes accusent invariablement un gain d'azote. Or, soit qu'on l'attribue à l'engrais ou à l'atmosphère, on est forcé de s'avouer qu'une partie a été absorbée à l'état d'azote élémentaire. Voici comment :

Lorsqu'une matière azotée se décompose, son azote se

partage en trois parts. L'une se dégage de l'air à l'état d'ammoniaque, l'autre s'y dégage à l'état d'azote élémentaire, la troisième reste dans le sol. Or si les plantes venues dans de telles conditions accusent une quantité d'azote précisément égale à ce que l'engrais a perdu à l'état d'émanations dans l'air, il est évident qu'une partie a été absorbée à l'état de gaz élémentaire. Arrivons maintenant aux objections.

Dans l'ordre des dates, M. Boussingault se présente l'un des premiers parmi mes contradicteurs. On ne peut manquer de se demander comment, ayant affirmé que l'azote de l'air était absorbé par les végétaux, il a pu se résoudre à nier ce qu'il avait lui-même enseigné. Il me semble qu'on peut en trouver l'explication dans l'un des côtés les plus saillants de sa nature. M. Boussingault appartient à cette classe d'esprits circonspects et habiles qui n'affirment jamais qu'à demi et toujours un peu le pour et le contre.

J'ai dit qu'en 1838 il avait admis l'absorption de l'azote à l'état élémentaire; mais ce que je n'ai pas dit et ce qu'il faut que j'ajoute pourtant, c'est que M. Dumas, parlant au nom de l'Académie des sciences, n'avait point hésité à élever cette opinion à la hauteur d'une vérité nouvelle, et voici dans quels termes :

« On a été involontairement tenté de croire que l'azote « demeurait passif dans les phénomènes de la nutrition « végétale, car on sait que l'azote pris à l'état gazeux ne « contracte de combinaison qu'avec beaucoup de peine.

« On n'avait pas réfléchi suffisamment à la facilité avec « laquelle l'azote dissous contracte, au contraire, des « combinaisons énergiques ; on n'avait point songé non « plus aux circonstances qui se présentent dans les pâtu- « rages des hautes montagnes, où chaque année on extrait « tant d'azote pour l'engrais des bestiaux et la production « du laitage, et où, néanmoins l'azote ne peut guère « parvenir que par l'air atmosphérique lui-même.....

« AINSI IL DEMEURE PROUVÉ QUE LE TRÈFLE S'EMPARE DE « L'AZOTE DE L'AIR ET TOUT PORTE A CROIRE QUE CE PHÉNOMÈNE « EST GÉNÉRAL. » (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. VI, p. 131.)

Il est vrai que six mois plus tard, sans répudier ses premiers résultats, M. Boussingault atténue les conclusions que nous venons de rapporter. Il dit : « Mes recherches sem- « blent donc établir que dans plusieurs conditions cer- « taines plantes sont aptes à puiser de l'azote dans l'air, « mais dans quelles circonstances, à quel état l'azote se « fixe-t-il ? C'EST CE QUE NOUS IGNORONS ENCORE.

« En effet, l'azote peut entrer directement dans l'orga- « nisme des plantes, si leurs parties vertes sont aptes à « le fixer. Cet élément peut encore être porté dans les vé- « gétaux par l'eau toujours aérée qui est aspirée par les « racines. Enfin, il est possible, comme le pensent plu- « sieurs physiciens, qu'il existe dans l'air une infiniment « petite quantité de vapeurs ammoniacales. »

La pensée fondamentale subsiste encore, mais on voit

poindre dans ces lignes le germe de la transition à l'aide de laquelle l'auteur pourra plus tard passer de l'affirmation à la négation avec l'espoir de n'être pas accusé de versatilité.

Entre les expériences de M. Boussingault et les miennes, il y avait cette différence radicale, qu'à part un cas dont le succès avait été douteux, M. Boussingault avait toujours opéré à l'air libre alors que je m'étais servi d'un appareil fermé, que traversait un courant d'air pur de tout produit adventif, poussières, ammoniaque, etc. — Les plantes ayant toujours accusé un excédant notable d'azote dans ces conditions plus rigoureuses, la première conclusion de M. Boussingault se trouvait par cela même fortifiée.

On devait donc s'attendre à voir M. Boussingault s'applaudir de cet appui inattendu et si nécessaire? En aucune façon. — L'année suivante (1852), il lisait à l'Académie des sciences un volumineux mémoire dans lequel il répétait jusqu'à dix-sept fois avec une sorte d'ostentation, cette conclusion que je transcris textuellement : « L'AZOTE DE L'AIR N'EST PAS ABSORBÉ PAR LES PLANTES. » Ajoutons, il est vrai, que les nouvelles expériences de l'auteur concluent en réalité contre lui, et confirment au contraire une des propositions que j'avais formulée dès l'origine. J'ai dit, en effet, il y a un moment, que les plantes cultivées dans une atmosphère stagnante et confinée n'accusent jamais aucun excédant d'azote (voy. la note de la page 9 du texte). Or toutes les expériences de M. Bous-

singault avaient eu lieu dans ces conditions précaires et défectueuses. Il avait eu, par un entraînement inexplicable, l'idée malheureuse d'instituer des cultures dans des ballons fermés de six à dix litres de capacité. Or, je le demande, que peut-on attendre d'une plante dans de telles conditions? — Il avait eu l'idée plus malheureuse encore de restreindre le poids du sable servant de sol à 60 ou 120 grammes, et c'est dans un sol aussi exigu qu'il semait des haricots et des pois! Mais il y a plus. — Tout le monde sait qu'une plante cultivée à contre-saison ne prend qu'un développement incomplet; que le froment semé au mois de mai ou de juin ne produit qu'une touffe d'herbe; que le colza semé au mois d'avril monte en fleurs immédiatement après la germination. — Eh bien, la plupart des expériences de M. Boussingault ont été faites dans ces conditions défavorables.

Mais ce n'est pas tout encore, pour qu'une plante prospère, il faut que ses racines trouvent dans le sol un espace en rapport avec le développement qu'elles doivent prendre; or, dans ses expériences de 1851-52 qui ont été le point de départ de son opposition, M. Boussingault n'a employé que 15, 20, 30, et une seule fois 142 grammes de sable. Le contenu d'une coquille de noix !

Autre objection : à cette quantité si réduite de sable, il ajoutait, à titre d'amendement minéral, depuis 1 gramme jusqu'à 10 grammes de cendre de fumier. Mais comme ces cendres contiennent 50 pour 100 environ de sels alca-

lins, et que pour amener du sable au degré d'imbibition voulue, il faut l'humecter avec 20 pour 100 de son poids d'eau; la quantité de liquide employé n'étant alors que de 8 à 10 grammes, la dose excessive des alcalis contenus dans les cendres en faisait une dissolution toxique.

Ces expériences ne pouvaient donc aboutir qu'à des résultats négatifs :

1° Parce que l'air était confiné;

2° Parce que les plantes étaient semées le plus souvent à contre-saison :

3° Parce que la masse du sol était insuffisante ;

4° Parce que la dose des cendres ajoutée comme amendement, était trop forte (*).

Et la preuve que dans de telles conditions la végétation devait rester précaire nous est fournie par le rendement, dont l'auteur lui-même nous a donné le relevé suivant :

CULTURE DANS UNE ATMOSPHÈRE CONFINÉE.	POIDS de la semence.	POIDS de la récolte.	CULTURE DANS UNE ATMOSPHÈRE RENOUVELÉE.	POIDS de la semence.	POIDS de la récolte.
	gr.	gr.		gr.	gr.
1851 Haricot nain. . .	0.78	1.87	Haricot nain	0.72	2 00
— Avoine	0.57	0.54	Haricot nain	0.75	2.84
1852 Haricot flageolet.	0.53	0.89	Lupin	0.34	2.14
1853 Lupin.	0.62	1.82	Haricot nain	1.51	5.15
— Haricot nain. . .	0.79	2.35			

(*) « Suivant le volume du sol ou ajoutant depuis 1 jusqu'à 10 grammes « de fumier, et le plus souvent de la cendre provenant de plusieurs graines « sur lesquelles l'expérience était faite. » (*Agronomie, chimie agricole et physiologie*, t. I, p. 8.)

CULTURE A L'AIR LIBRE.

		gr.	gr.
1851	Haricot nain.	0,65	2,62
—	Cresson alénois.	0,50	2,25

A qui persuadera-t-on que des récoltes qui égalent à peine deux ou trois fois le poids de la graine sont des résultats normaux sur lesquels il est permis de s'appuyer pour expliquer ce qui a lieu dans la nature, où les rendements dépassent dans une proportion incommensurable ceux que nous venons de rapporter? Je répète que ces résultats n'autorisent pas les conclusions que l'auteur en a tirées. Ce qui va suivre est encore plus inattendu.

Surpris d'un changement que rien n'avait pu me faire pressentir, je crus devoir faire remarquer à M. Boussingault que ses nouvelles opinions étaient en opposition avec celles qu'il avait publiées en 1838. — M. Boussingault se récria contre l'injustice de cette allégation, affirmant que jamais il n'avait avancé rien de pareil à ce que je lui faisais dire. — Citons ses paroles :

« L'auteur de la communication imprimée dans le « compte rendu de la précédente communication (M. Ville) « M'A FAIT UNE SINGULIÈRE SITUATION. En effet, je n'ai pas « à me défendre d'une attaque qui serait dirigée contre « mes travaux; loin de là, j'ai à me défendre d'AVOIR FAIT « UNE DÉCOUVERTE. On le voit, la situation est nouvelle. « Ainsi mes recherches de 1837 auraient établi de la ma- « nière la plus positive le fait de l'assimilation de l'air « par les plantes. JE CROIS, MOI, QUE DANS TOUT CECI, SI

« J'AI CONSTATÉ QUELQUE CHOSE, C'EST QUE L'AZOTE QUI EST A « L'ÉTAT GAZEUX DANS L'AIR N'A PAS ÉTÉ FIXÉ PAR LA VÉGÉ- « TATION DE MES DERNIÈRES EXPÉRIENCES. » (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXVIII, p. 717.)

Il est vrai que cet incident fut relevé par la presse scientifique avec une sévérité qui est trop à sa louange pour que je n'en fixe pas le souvenir par une citation.

« Non, le dernier mémoire de M. Boussingault n'a pas « eu pour résultat de confirmer, mais de nier ses anciens « travaux. Donc, M. Boussingault, bon gré, mal gré, est « atteint et convaincu d'avoir laissé dire, en 1837, de la « manière la plus positive, qu'il avait découvert, établi « et prouvé l'assimilation de l'azote de l'air par les plan- « tes.

« Il y a plus, c'est cette prétendue découverte qui a « ouvert à M. Boussingault les portes de l'Académie; il « n'est devenu si vite membre de l'Institut que parce qu'on « a cru qu'il l'avait faite. Le premier rapport de M. Du- « mas a eu pour effet immédiat, prévu et voulu évidem- « ment, de faire inscrire son nom, séance tenante, sur « la liste des candidats pour la place devenue vacante par « la mort de M. Tessier. C'était la première fois qu'on « lui faisait cet honneur, et il figurait au sixième rang, « après MM. de Gasparin, Lecler-Thouin, Vilmorin, Au- « douin, Huerne de Pommeuse. Dans la séance qui suit « celle où fut lu le second rapport de M. Dumas, il est « devenu candidat encore; mais cette fois, au premier

« rang, et huit jours après, le 28 janvier 1839, il a été « proclamé membre de la section d'économie rurale en « remplacement de M. Huzard. Jamais la marche d'un « vainqueur n'avait été aussi rapide, aussi éclatante : c'est « que jamais une découverte n'avait été tant exaltée : « L'ASSIMILATION DE L'AZOTE PAR LES PLANTES devait amener « pour M. Boussingault, d'ailleurs très-digne de cette fa- « veur, l'ASSIMILATION DE LA GLOIRE ACADÉMIQUE.

« Ce simple rétablissement des faits suffit surabondam- « ment à renverser tout l'échafaudage du dernier mé- « moire de M. Boussingault; car, quand il est admis qu'il « fait jour, comment prouver et établir en même temps « qu'il fait nuit?... Trois propositions résument le débat « qui s'est élevé entre M. Boussingault et M. Ville :

« 1° Le fait de l'assimilation de l'azote gazeux de l'air « par les plantes s'est produit en 1837, et quoique la dé- « monstration de M. Boussingault fût incomplète, avec de « tels caractères d'évidence, entouré d'un tel ensemble « de confirmation irréfragable, qu'il a été accepté avec un « enthousiasme si raisonnable et si raisonné qu'il y a « plus que de la témérité à venir aujourd'hui le révoquer « en doute;

« 2° La méthode d'expérimentation suivie par M. Bous- « singault, dans ses premières expériences, a été crue et « proclamée si rationnelle et si sûre dans ses dispositions « fondamentales, si exacte dans ses résultats, que main- « tenant surtout que M. Ville l'a si *humblement* complé-

« tée, si habilement dégagée de toutes les objections qu'on « pourrait lui faire encore, il ne peut plus rester l'ombre « d'un doute sur la réalité absolue du fait qu'elle devait « mettre en évidence ;

« 3° Enfin, la nouvelle méthode suivie par M. Boussin- « gault est aussi mauvaise que sa première méthode est « bonne en la supposant complète ; les nouvelles expé- « riences sont aussi nulles et aussi stériles quant aux « conclusions qu'on en peut tirer, que ses premières ex- « périences bien interprétées étaient probantes et fé- « condes. » (Abbé Moigno, *Cosmos*, t. IV, p. 561 et suivantes.)

Depuis cette époque, M. Boussingault a publié d'autres expériences exécutées dans des conditions moins défectueuses, mais presque toujours à contre-saison. — Elles sont moins défectueuses que les précédentes, parce qu'il a opéré à l'air libre ou dans des appareils fermés, dont l'atmosphère était renouvelée de temps en temps. Dans ces nouvelles conditions il a obtenu des rendements un peu meilleurs, mais sans atteindre le degré de développement à partir duquel les plantes acquièrent la faculté de s'assimiler l'azote atmosphérique. M. Boussingault a donc maintenu la conclusion que l'azote, à l'état de gaz, n'est pas absorbé par les végétaux. A quoi on peut toujours répondre que des plantes frappées d'inertie et arrêtées dans leur développement ne prouvent rien par rapport aux phénomènes naturels.

Sentant bien lui-même qu'on ne peut rien conclure de faits qui sont en opposition avec le témoignage de la grande culture, il a publié plus récemment de nouvelles expériences dont les résultats accusent un faible excédant d'azote, et il se fonde sur cette exiguïté pour l'attribuer exclusivement aux faibles quantités d'ammoniaque qui se trouvent dans l'air. — Mais cette explication est essentiellement arbitraire, car si les excédants dont il s'agit sont faibles, cela tient à ce que M. Boussingault a continué d'opérer dans un sol trop exigu, aggravant encore cette condition si défavorable, par l'emploi de pots bouchés à la partie inférieure, qui plaçaient les racines des plantes dans une atmosphère confinée.

De ce qui précède, il résulte donc que M. Boussingault a professé sur cette grave question les opinions les plus opposées. Marquons en effet par quelques citations précises les termes dans lesquels il les a exprimées.

En 1838, il affirme que l'azote de l'air est absorbé par les végétaux, et un rapport de M. Dumas consacre cette déclaration au sein de l'Académie des sciences. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1838, t. VI, p. 129 et suiv.)

En 1854, il se ravise et déclare précisément le contraire. (*Comptes rendus de l'Académie*, 1854, t. XXXVIII, p. 580 et suiv.)

En 1854, il annonce que les plantes prospèrent autant

dans une atmosphère confinée qu'en plein air. (*Comptes rendus de l'Académie*, 1854, t. XXXIX, p. 603.) (*)

En 1859, il démontre juste l'opposé, à savoir que la végétation est plus prospère à l'air libre que dans une atmosphère confinée. (*Comptes rendus de l'Académie*, 1859, t. XLVIII, p. 310 et 312.)

En 1855, il publie que les végétaux cultivés avec le secours du nitre ne vivent que de l'azote de ce sel et n'en tirent pas de l'air. (*Comptes rendus de l'Académie*, 1855, t. XLI, p. 485 et suiv.)

En 1859, il reconnaît qu'une plantée cultivée avec le secours du nitre tire de l'azote de l'air. (*Comptes rendus de l'Académie*, 1859, t. XLVIII, p. 312.)

En 1866, enfin, il ne dit plus non, mais il ne dit pas tout à fait oui, il reconnaît qu'à l'air libre les plantes cultivées dans le sable calciné absorbent un PEU D'AZOTE fourni par l'ammoniaque de l'atmosphère. (*Revue des cours scientifiques*, 1865 66, 6e livr., p. 97.) (**)

Je crois que ces citations peuvent se passer de commentaires.

(*) En 1856, il publie, sans rien conclure, une expérience qui accuse un excédant d'azote. (*Journal d'agriculture pratique*, 1856, t. VI, p. 442.)

(**) En 1856, au plus fort de ses démêlés avec M. Ville, M. Boussingault avait publié sans bruit le même fait dans le *Journal d'agriculture pratique*, t. VI, p. 442.

III

Sous ce titre : *Des sources de l'azote de la végétation, suivi d'un examen spécial de la question de savoir si les plantes s'assimilent l'azote libre ou non combiné*, MM. Lawes, Gilbert et Puch ont publié un ensemble de recherches fort importantes, d'abord à l'état d'extrait dans les *Proceedings* de la Société royale de Londres, et plus tard sous une forme plus développée et définitive dans les *Transactions philosophiques* de la même compagnie.

Jusqu'à ce jour ces recherches n'ont été connues en France que par un résumé qu'en a donné M. Boussingault dans le t. II de ses *Mémoires agronomiques* (p. 347). Mais ce résumé est si peu conforme aux opinions exprimées par ces auteurs, dans leur travail d'ensemble, que je me suis décidé à faire traduire leur ouvrage pour en donner une édition, dans ce qu'il contient de plus essentiel, conforme à l'original.

Le mémoire dont il s'agit est divisé en trois parties principales. Dans la première, les auteurs rapportent ce que les cultures les plus usuelles fixent d'azote par acre, lorsque la terre ne reçoit pas d'engrais. Dans ces conditions, l'azote ne pouvant être imputé au sol, ils se demandent quelle en est la source.

Dans la seconde section, ils énumèrent toutes les sources connues d'azote : poussières de l'air, ammoniaque, nitrification spontanée, et, après en avoir apprécié l'importance, ils sont amenés à reconnaître qu'elles sont insuffisantes pour rendre compte du flot d'azote que les végétaux fixent incessamment, et ils se demandent alors si cette absorption a pour origine l'azote de l'air.

La troisième section de leur mémoire est consacrée à l'exposition des expériences par lesquelles ils ont tenté à leur tour de résoudre ce point fondamental de chimie agricole.

Ces expériences n'ayant donné qu'un résultat négatif, c'est-à-dire aucune absorption d'azote ne s'étant manifestée, ces messieurs se sont trouvés entre deux faits contradictoires : d'une part, la végétation qui accuse des emprunts considérables d'azote, qu'il est impossible d'expliquer ; et de l'autre, leurs expériences qui concluaient contre l'assimilation de l'azote élémentaire de l'air. Dans l'impossibilité de concilier ces deux faits, dont l'un semble impliquer la négation de l'autre, ces messieurs n'ont pas reculé devant l'hypothèse d'une source d'azote toujours ouverte à la végétation, et que la science n'a pas réussi encore à découvrir. Je cite leurs paroles :

« Les engrais ne rendent pas compte de la quantité d'a-
« zote que les plantes contiennent, surtout les légumi-
« neuses... Nos expériences n'étant pas favorables à
« l'assimilation de l'azote de l'air, il est à désirer que l'on
« recherche plus complétement qu'on ne l'a fait encore sous

« le double rapport de la qualité et de la quantité toutes « les sources où les végétaux peuvent en puiser, car, s'il « est établi qu'ils ne sont pas aptes à opérer l'assimilation « de l'azote libre, il faut convenir que NOUS IGNORONS A « QUELLES SOURCES ET A QUELLES ACTIONS IL FAUT ATTRI- « BUER UNE GRANDE PARTIE DE CELUI QU'ELLES CONTIENNENT. »

Avant d'accepter une telle solution, il nous sera permis l'examiner si ces expériences, dont le résultat a été négatif, ont bien réellement la valeur qu'on leur accorde, et si elles prouvent en effet que l'azote de l'air ne peut être assimilé dans la végétation.

J'ai fait à M. Boussingault deux objections capitales : la première d'avoir opéré à contre-saison, et la seconde d'avoir conclu du particulier au général, sur la foi de cultures dont les rendements précaires ne permettent pas une telle généralisation. Est-on fondé à conclure d'une récolte qui égale à peine deux ou trois fois le poids de la semence, à une autre qui le dépasse de cent, deux cents, cinq cents ou mille fois ? Pour mon compte, je ne saurais faire une telle concession, parce qu'elle est contraire à la logique et à l'expérience. Dans un moment je prouverai d'une manière irréfragable que les plantes ne commencent à puiser de l'azote dans l'air que lorsque le poids de la récolte égale dix fois celui de la semence ; or, comme les rendements obtenus par MM. Lawes, Gilbert et Puch atteignent à peine quatre à cinq fois ce poids, que doit-on, que peut-on en conclure ? Comme pour les expériences de

M. Boussingault, qu'ils ne décident rien et laissent la question intacte.

Voici, à l'appui de ce jugement, les rendements obtenus par MM. Lawes, Gilbert et Puch :

NATURE DES PLANTES.	POIDS DES SEMENCES SÈCHES.	POIDS DES RÉCOLTES SÈCHES.	RAPPORT DES RÉCOLTES AUX SEMENCES.
	gr.	gr.	gr.
Blé	0,3065	1,412	4,60
Orge.	0,2698	0,810	3,00
Orge.	0,2698	0,925	3,43
Blé	0,4053	1,740	4,31
Orge.	0,3221	0,560	1,73
Orge.	0,2858	1,148	4,02
Blé	0,4031	1,060	2,62
Orge.	0,3240	0,710	2,19
Avoine. . . .	0,2879	0,690	2,40
Fèves	1,4984	7,028	4,72
Fèves	1,4820	7,028	3,29
Pois	0,5405	0,970	1,79
Sarrasin . . .	1,0000	0,450	0,45

Je le répète, quelle valeur peut-on accorder à de tels résultats ?

Si on porte à 30 hectolitres de froment la récolte d'un hectare, on trouve que son poids est à peu près de 8,000 kilogrammes, ce qui, à raison de 1 hectolitre et demi de semence (120 kil.), égale soixante-six fois le poids de la graine; et un rendement de 30 hectolitres n'a rien que de très-ordinaire. L'orge, les pois nous mèneraient à la même conclusion. Avec le colza, la betterave, et surtout le tabac, la progression est encore plus élevée.

J'ai dit que les plantes ne commençaient à absorber

l'azote de l'air que lorsqu'elles avaient acquis dix fois au moins le poids de la graine. Cette donnée résulte d'une expérience faite au Muséum d'histoire naturelle, sous le contrôle d'une commission nommée par l'Académie des sciences. Le même jour, dans le même lieu, on institua trois cultures de cresson dans le même sable, mais dans trois pots séparés qu'on enferma dans le même appareil où passait un courant d'air privé de tout produit azoté éventuel.

Voici quels ont été les résultats de ces trois expériences :

	POIDS DE LA RÉCOLTE.	POIDS DE LA SEMENCE.	RAPPORT DE LA SEMENCE A LA RÉCOLTE.	EXCÉDANT D'AZOTE DANS LA RÉCOLTE.
	gr.	gr.		gr.
N° 1 . .	2,241	0,319	7 fois.	0,000
N° 2 . .	1,506	0,127	11 fois.	0,007
N° 3 . .	6,021	0,124	48 fois.	0,050

Or, si les rendements obtenus par M. Boussingault, et par MM. Lawes, Gilbert et Puch, lorsque, de leur aveu, leurs expériences réussissent le mieux, sont de 50 p. 100 au-dessous de la limite où l'absorption de l'azote commence, ne penserez-vous pas, comme moi, que ces expériences où la végétation n'a pas dépassé la période embryonnaire sont entachées de quelque vice inaperçu et qu'il est impossible d'en faire la base d'une conclusion légitime et probante? Est-on fondé à assimiler ces expériences aux miennes, où les rendements atteignent, pour ne citer que l'exemple que je viens d'invoquer, jusqu'à 48 fois le poids de la semence?

Mais, dira-t-on peut-être, lorsqu'il ajoute du nitre au sable

calciné, M. Boussingault obtient des rendements qui se rapprochent un peu plus des conditions normales, sans constater cependant un excédant d'azote appréciable. Il est facile de réfuter cette objection, qui est plus spécieuse que réelle.

Lorsqu'un être vivant trouve, dans sa sphère d'activité, des produits qui peuvent se suppléer et qui sont plus assimilables les uns que les autres, il commence par absorber ceux dont l'assimilation est le plus facile.

Dans les expériences de M. Boussingault, les plantes n'ont jamais accusé un excédant d'azote, parce que la quantité de nitre qu'il avait employée était trop forte, et que les plantes mises à ce régime ne commencent à s'assimiler l'azote de l'air qu'après l'entière disparition du nitre. Tel est le cas d'un animal, qui ne commence à former de la graisse qu'après avoir mis à profit les corps gras tout formés qui sont contenus dans ses aliments.

Je ne cite pas sans intention cet exemple, parce que M. Boussingault est mieux à même que personne d'en reconnaître la justesse, lui qui a soutenu l'opinion que les animaux étaient privés de la faculté de produire de la graisse, jusqu'au jour où, ayant consenti à les nourrir avec des aliments dépourvus de matières grasses, il dut reconnaître qu'ils en produisaient.

Pour me résumer et comme conclusion finale, je dirai donc que ni les expériences de M. Boussingault, ni celles de MM. Lawes, Gilbert et Puch, ne réfutent celles que j'ai publiées. Si ces messieurs n'ont pas obtenu d'ex-

cédant d'azote, ce n'est pas parce que l'azote élémentaire n'est pas assimilable, mais parce que l'assimilation de ce gaz ne commence qu'à partir d'une période que la végétation n'a pu atteindre dans leurs expériences.

On n'est pas fondé à invoquer le résultat négatif, né d'un mode défectueux d'expérimentation, pour réfuter un résultat positif dû à des procédés meilleurs et non moins rigoureux. — Je dis donc aujourd'hui, comme en 1857, *que l'azote élémentaire de l'air est absorbé et assimilé par les végétaux,* ou, en d'autres termes, pour éviter toute ambiguïté, que des plantes cultivées dans un sol de sable calciné ou mieux encore dans un sol de sable additionné d'une petite quantité de nitre et placées dans une atmosphère où l'azote ne figure qu'à l'état de gaz élémentaire, accusent un excédant d'azote dont l'atmosphère peut seule rendre compte. Qu'il me soit permis d'appuyer cette proposition sur une des preuves nouvelles réunies depuis longtemps et restées encore inédites.

Dans les conditions de la culture ordinaire, les plantes accusent la fixation d'une quantité d'azote considérable.

Elle s'élèverait, par hectare, d'après MM. Lawes et Gilbert :

	kil.	
à	28,00	pour le froment,
à	27,00	pour l'orge,
à	44,00	pour la prairie,
à	53,00	pour les féveroles,

lorsque la terre ne reçoit aucun engrais.

On voit par ce tableau que la prairie et les féveroles

contiennent plus d'azote que l'orge et le froment. Dira-t-on que l'azote des féveroles et de la prairie vient du sol? On soulève alors une difficulté bien autrement embarrassante. Semez du blé après les féveroles, le rendement est meilleur et la quantité d'azote fixée plus forte. D'un autre côté cependant, nous venons de dire que les féveroles contiennent plus d'azote que le froment; n'est-il pas évident que si elles l'avaient pris à la terre, le rendement du blé s'en serait ressenti?

Mais il y a plus. Si on ne cultive le froment qu'une année sur deux, et qu'on laisse la terre en jachère, le rendement s'élève très-notablement. *A priori* cela se comprend, mais ce qui est moins facile à expliquer, c'est que, dans ces nouvelles conditions, le rendement ne dépasse pas ce qu'il était lorsque le froment alternait avec les féveroles, qui, je ne saurais trop le répéter, contiennent plus d'azote que le froment.

Comment ce résultat peut-il s'expliquer, si ce n'est par l'azote de l'air?

Je le répète donc, il faut admettre, comme l'ont fait MM. Lawes et Gilbert, qu'il existe dans la nature une source d'azote que la science n'a pu encore découvrir, que les plantes et surtout les légumineuses mettent incessamment à contribution; ou bien, en présence de l'insuffisance démontrée de toutes les sources adventives connues (ammoniaque, poussières), il faut chercher dans l'azote élémentaire de l'air l'explication de ces excédants indéfinis.

Résumons par quelques chiffres les observations très-dignes de remarque introduites dans la discussion qui nous occupe par MM. Lawes et Gilbert ; nous passerons ensuite à d'autres faits, empruntés, comme les précédents, aux observations inédites que j'ai annoncées.

AZOTE CONTENU DANS UNE RÉCOLTE DE FROMENT

D'APRÈS MM. LAWES ET GILBERT

A L'HECTARE

CULTURE EXCLUSIVE.	ALTERNANT AVEC LA JACHÈRE.	ALTERNANT AVEC LES FÈVES.
kil.	kil.	kil.
28,00	49,00	50,00

Reprenons la discussion à un autre point de vue.

La luzerne produit annuellement de 10,000 à 15,000 kilogrammes; ce qui porte la dose de l'azote, pour un rendement moyen de 12,000 kilogrammes, à 387 kilogrammes par hectare (*). En face d'une telle masse d'azote l'embarras de mes contradicteurs devient extrême. M. Liebig incline à penser que la putréfaction des matières organiques dans le sol détermine une production d'ozone, qui se combine avec l'azote de l'air, et c'est à cette source qu'il rapporte celui dont les engrais ne peuvent rendre compte. C'est donc, en dernière analyse, d'une sorte de nitrification spontanée que proviendrait l'azote des plantes (**).

(*) L'évaluation dont il s'agit a été publiée en livres et par acre, on l'a convertie en kilogrammes et reportée à l'hectare en chiffres ronds.

(**) Voyez ma deuxième conférence à Vincennes, page 100.

Cette hypothèse ne résiste pas un instant à l'examen. Si l'on admet en effet que l'azote de la luzerne (387 kil.) a été absorbé à l'état de nitrate, la récolte doit contenir une quantité de bases proportionnelle à celle de l'azote. Or, dans cette hypothèse les bases devraient atteindre le chiffre de 832 kilogrammes, tandis qu'elles ne s'élèvent pas en réalité au-dessus de 504 kilogrammes, ce qui correspond à un déficit de 180 kilogrammes d'azote par hectare.

M. Mülder propose une autre explication. Ayant observé que la décomposition des matières organiques est toujours accompagnée d'un dégagement d'hydrogène, il incline à penser que cet hydrogène à l'état naissant peut se combiner avec l'azote de l'air dans les interstices mêmes du sol, pour former de l'ammoniaque, et c'est à cet enchaînement de phénomènes qu'il rapporte l'azote des plantes.

Cette supposition ne résiste pas plus que la précédente aux témoignages de la grande culture.

Je suppose, en effet, que l'on compose les deux engrais suivants :

I.	II.
ENGRAIS COMPLET.	ENGRAIS MINÉRAL.
Phosphate de chaux.	Phosphate de chaux.
Potasse.	Potasse.
Chaux.	Chaux.
Matière azotée.	

L'un contient des sels ammoniacaux ou des nitrates, à

titre de matière azotée, tandis que l'autre n'en contient pas la plus légère trace. Qu'on expérimente ces deux engrais sur la même terre, mais avec trois plantes différentes, du froment, des pois et du trèfle ou de la luzerne. Voici ce qui arrivera. L'engrais pourvu de matières azotées produira un grand effet sur le froment. L'engrais exclusivement minéral n'en produira qu'un très-médiocre. Mais en revanche, l'engrais minéral sans azote se montrera aussi efficace sur la luzerne et les pois que l'engrais pourvu d'azote. Quant au trèfle, l'engrais avec matière azotée sera décidément nuisible, tandis que l'engrais minéral exercera une action favorable. En d'autres termes, il y a des plantes qui ont besoin de trouver des matières azotées dans le sol; d'autres qui s'en passent sans inconvénient, et d'autres enfin sur lesquelles ces matières, au lieu d'être utiles, sont décidément nuisibles.

Or, n'est-il pas évident que si l'azote n'était absorbé par les végétaux qu'à l'état de nitre et de sels ammoniacaux, les engrais azotés devraient exercer une action favorable sur tous indistinctement? N'est-il pas évident que si le sol était le siége d'une formation de nitre et de sels ammoniacaux, l'engrais minéral (composé de phosphate de chaux, de potasse et de chaux) devrait jouir d'une grande efficacité à l'égard du froment, puisque grâce à cette production spontanée de nitre et d'ammoniaque, l'engrais trouvant dans le sol ce qu'il lui manque remplirait les conditions de la plus haute fertilité? Or, il n'en est rien.

Avec l'engrais minéral, le rendement du froment est toujours faible (*).

Disons donc, et disons bien haut, que jusqu'à ce qu'on ait découvert la source miraculeuse où la végétation puise à plein bord l'azote qu'elle organise et dont par une voie indirecte nous vivons nous-mêmes, il faut concéder à l'azote élémentaire de l'air le privilége de concourir à la nutrition végétale. A ceux enfin qui seraient tentés d'invoquer l'inertie de l'azote, comme dernier argument contre cette conclusion, nous donnerons le conseil de méditer ces sages et fermes paroles dont l'auteur ne peut être suspect de partialité à l'égard de la thèse que je défends.

« On a été involontairement tenté de croire que l'azote « demeurait passif dans les phénomènes de la nutrition « végétale, car on sait que l'azote pris à l'état gazeux « ne contracte de combinaisons qu'avec beaucoup de « peine. On n'avait pas réfléchi suffisamment à la facilité « avec laquelle l'azote dissous contracte au contraire des « combinaisons énergiques; on n'avait pas songé non « plus aux circonstances qui se présentent dans le pâ- « turage des hautes montagnes, où chaque année on « extrait tant d'azote pour l'engrais des bestiaux et la « production du laitage, et où néanmoins l'azote ne peut « guère parvenir que par l'air atmosphérique lui-même.

« DUMAS. »

(*) Voyez dans ma deuxième conférence de Vincennes, page 105, les expériences qui justifient ces conclusions.

IV

Je viens de parcourir les phases diverses que la discussion sur l'origine de l'azote des végétaux a traversées depuis dix ans. Il me reste à la porter maintenant sur le terrain encore inexploré dont je parlais il y a un moment.

Lorsqu'on s'efforce de remonter par la pensée aux causes premières qui déterminent la production des végétaux et règlent la succession des phénomènes qui s'y rattachent, on en trouve trois principales :

1° Les agents impondérables, lumière, chaleur, électricité, dont les effets combinés déterminent le climat propre de chaque lieu ;

2° La nature chimique du sol, ou plutôt la présence dans le sol de certains composés minéraux et organiques, parmi lesquels les plus importants sont le phosphate de chaux, la potasse, la chaux et les matières azotées ;

3° L'activité propre que les graines possèdent, et dont l'embryon est le premier siége.

Toutes les productions végétales sont en effet le résultat de ces trois conditions, dont la solidarité est évidente.

Pour la facilité du discours, appelons *génésique* la force que toutes les graines portent en elles à l'état latent, et qu'il est si facile de mettre en activité.

Jusqu'à présent, lorsqu'il s'est agi d'expliquer les va-

riations que les rendements des plantes présentent dans la grande culture et auxquelles correspond une absorption inégale d'azote, je n'ai eu égard qu'à la nature des milieux, c'est-à-dire aux conditions extérieures.

Aujourd'hui je ferai la tentative contraire. Les conditions extérieures ne variant pas, je chercherai dans quelle mesure l'organisation des graines peut affecter le rendement, élever ou faire descendre la quantité d'azote absorbée.

Pour l'intelligence de ce qui va suivre, j'ai besoin de faire une courte digression.

Quelque opinion que l'on se fasse de l'origine des espèces et de leur fixité, il est un fait certain, c'est que, par le choix des graines et le mode de culture, on peut déterminer certaines déviations de forme, exagérer certaines facultés que le type primitif ne possédait pas, créer des variétés plus hâtives, d'autres plus productives, etc.

Or, pour ne parler que du rendement, si entre deux variétés, il se manifeste des différences importantes, on peut concevoir qu'entre deux cultures, instituées dans les mêmes conditions, l'une amène un excédant d'azote, tandis que l'autre n'en donnera pas. Mais ce qu'il y a de plus remarquable, dans les effets que je suppose, c'est qu'ils sont susceptibles de se manifester à deux degrés différents, de variété à variété et d'individu à individu pour la même variété. Le froment, par exemple, présente une uniformité remarquable de rendement; les différences sous ce rap-

port sont souvent considérables entre deux variétés, mais de graines à graines elles sont rares et peu importantes, si on a le soin d'opérer dans des sols bien homogènes.

Mais revenons aux rendements anormaux par leur excès, dont il vient d'être question.

Avec les légumineuses, les féveroles et les pois, les oppositions sont plus profondes; sensibles entre deux variétés différentes, elles le sont plus encore d'individu à individu, d'où il résulte que si l'on sème des pois et des féveroles, dans dix pots préparés de la même manière, on peut passer, par une série de transitions ménagées, d'un rendement très-faible à des rendements très-élevés.

Certains pots offriront une grande uniformité de végétation avec un développement moyen ; dans d'autres, une ou deux plantes acquerront, par rapport aux autres, une supériorité remarquable. Il y en aura enfin où le rendement excessif, qui n'était jusque-là qu'une exception, s'étendra à tous les sujets indistinctement. Dans ce dernier cas, l'azote de la récolte peut dépasser de plusieurs grammes celui des graines qu'on a semées.

Que deviennent, en présence de ces faits, les arguments qu'on m'oppose? les poussières et l'ammoniaque de l'air, et la difficulté de se procurer de l'eau exempte d'ammoniaque, qui est l'argument de prédilection de M. Boussingault, pour lequel la préparation de l'eau distillée pure est une œuvre de haute science? Ici, en effet, tout est semblable : sol, eau, vase, exposition, etc.

Ordinairement, les plantes qui doivent les présenter se font remarquer, au moment de la floraison, par une coloration d'un vert intense qui renaît alors que les autres plantes pâlissent. De plus, le diamètre de la tige augmente à partir d'une certaine hauteur; la plante est plus forte au sommet qu'à la base; les feuilles qui la couronnent ont un limbe plus large, supporté par des pétioles plus rigides; prises dans leur ensemble, on dirait que ces plantes se composent en réalité de deux plantes superposées, la plante supérieure étant plus vivace et plus forte que la plante inférieure.

Les pois et les haricots se prêtent mieux que les féveroles à ce genre d'expériences.

Dans cet ordre de faits, je crois devoir rapporter une observation sur des haricots, qui remonte à 1858, et dont je présenterai dans un moment la photographie. En 1858, j'avais institué une série de cultures de haricots, dans vingt pots séparés; pendant les trois premiers mois il ne se produisit rien de particulier : les plantes étaient à peu près de la même force dans tous les pots; la floraison se fit également bien, les gousses étaient aussi belles, mais moins nombreuses que sur les haricots cultivés en pleine terre.

Vers le 10 août, les plantes approchaient de leur maturité, et alors, comme il arrive toujours aux légumineuses, elles étaient presque entièrement dépouillées de leurs feuilles. A ce moment, il se produisit un phénomène fort

inattendu ; un certain nombre de plantes commencèrent à reverdir à l'extrémité de la tige, de nouvelles pousses se développèrent, et bientôt ces plantes entrèrent pour la seconde fois en pleine végétation, elles fleurirent de nouveau et fournirent de nouvelles graines.

Ainsi, voilà des effets qui sont indépendants de la nature des milieux, et qui exercent cependant une grande influence sur l'absorption de l'azote.

Fixons maintenant par quelques chiffres les rendements auxquels on peut atteindre et les excédants d'azote qui s'y rapportent, et rappelons que chaque pot a reçu 0gr,797 de nitre ou 0gr,110 d'azote.

CULTURES A GRANDS RENDEMENTS

PAR M. C. VILLE (*).

		SEMENCES.		RÉCOLTE.	
	1857	POIDS.	AZOTE (**).	POIDS.	AZOTE.
I. — 5	FÉVEROLES	2gr,65	0gr,209	40gr,77	1gr,029
	Azote tiré de l'air. . . .		0gr,824.		
	1859				
II. — 10	POIS.	2gr,75	0gr,223	79gr,74	1gr,783
	Azote tiré de l'air. . . .		1gr,560.		
	1859				
III. — 6	HARICOTS.	3gr,36	0gr,243	61gr,24	1gr,397
	Azote tiré de l'air. . . .		1gr,154.		
	1861				
IV. — 10	POIS.	3gr,87	0gr,259	96gr,07	2gr,610
	Azote tiré de l'air. . . .		2gr,354.		

(*) Le sol a toujours reçu 0gr,797 de nitre, soit 0gr,110 d'azote, que l'on ajoute à celui de la semence ; ainsi, dans l'expérience sur les féveroles de 1857, la semence contient, disons-nous, 0gr,209 d'azote. Il doit être entendu que dans cette quantité l'azote du nitre a été compris pour 0gr,110.

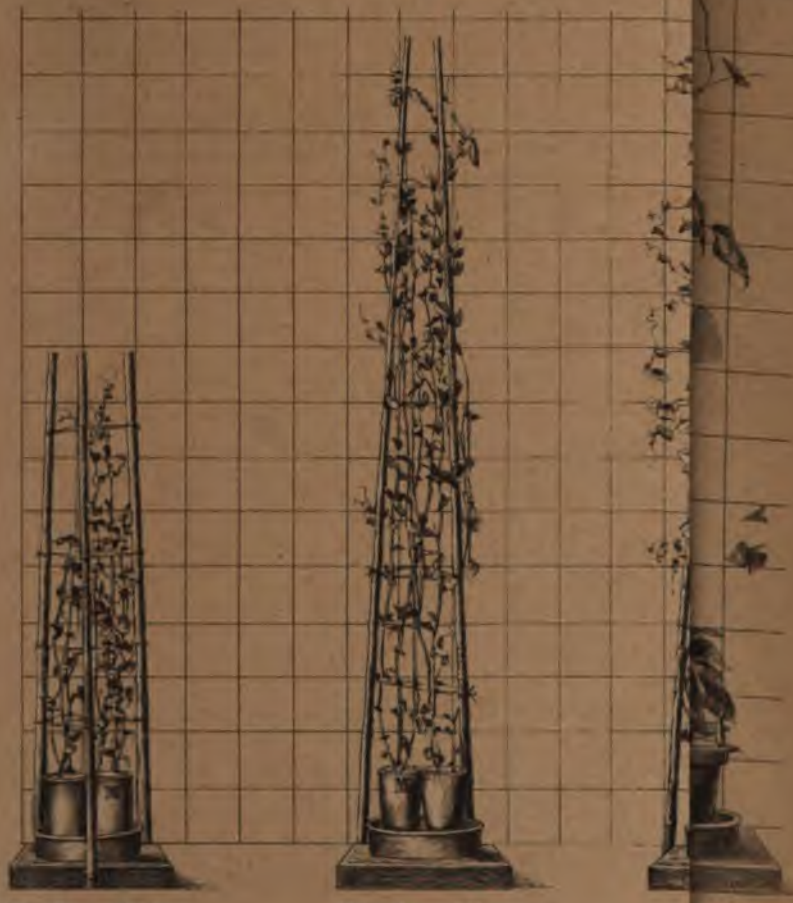
(**) Y compris l'azote de 0gr,797 de nitre, soit 0gr,110. La même remarque s'applique aux trois autres cultures.

ABSORPTION

DE L'AZOTE DE L'AIR

par les Végétaux

Méthode de Mr. Boussingault



Récolte _ 3r 59. Récolte _ 5r 77. 6r 24.

Exécutées simultanément en 1861.

Lith par Daumont d'après une photographie

r de Seine 57, P

Pour donner à ces résultats leur véritable signification, il faut les rapprocher de ceux de MM. Boussingault, Lawes et Gilbert. Avec 3 grammes de graines, j'obtiens depuis 50 grammes de récoltes jusqu'à 100 grammes, alors que ces messieurs en produisaient 6, 8 ou 10 grammes.

J'ai fait plus. J'ai voulu répéter les expériences de M. Boussingault en me conformant aux prescriptions qu'il recommande. Je n'ai obtenu, comme lui, que des rendements précaires, alors que par les procédés que j'ai coutume d'employer, la récolte était dix fois plus forte, en dehors des rendements anormaux dont je viens de parler.

1865. — RÉSULTATS OBTENUS SIMULTANÉMENT

PAR LA MÉTHODE DE M. BOUSSINGAULT.	gr.	PAR LA MÉTHODE DE M. G. VILLE.	gr.
Récolte.	6,02	Récolte.	46,44
Semence.	2,42	Semence.	4,84
EXCÉDANT. . . .	3,60	EXCÉDANT. . . .	41,60

Pour rendre la démonstration plus complète et le contraste plus saisissant, voici la photographie de ces diverses cultures.

Cette fois c'est la nature qui parle et s'impose; j'ajoute que les exemples que je viens de rapporter ne sont pas les plus significatifs que je possède.

En face d'un excédant d'azote qui peut dépasser plusieurs grammes, on ne manquera pas de supposer l'intervention de quelques produits azotés échappés à ma vigilance. Cette supposition tournera à la confusion

de ceux qui seront tentés de l'invoquer. En effet, prenons la quatrième expérience. Elle accuse un excédant d'azote de 2gr,354, ce qui, correspondant à 16gr,81 de nitre, a 11gr,80 de sulfate d'ammoniaque. Eh bien, supposons qu'on ajoute au sol du nitre jusqu'à la dose de 1 gramme, cette addition est plutôt utile que nuisible; mais si on dépasse cette quantité, si on va jusqu'à 2 ou 3 grammes, l'effet est désastreux, toutes les plantes meurent. Avec ce sulfate d'ammoniaque, l'action toxique est plus prompte encore.

En présence de tels faits, à quelle source veut-on rapporter l'excédant qui nous occupe? A des nitrates, à des sels ammoniacaux? Est-ce possible? A des émanations locales? Mais les grands rendements ne se produisent souvent que sur une partie des plantes venues dans le même pot.

J'ai dit que les variations dont il s'agit dépendaient du développement inégal que les plantes peuvent acquérir par suite de variations correspondantes dans leur organisation. Malgré dix ans de recherches assidues et de tentatives répétées, je n'ai pu découvrir un caractère d'une sûreté suffisante pour reconnaître d'avance dans les graines cette précieuse qualité; ni le volume, ni la densité, ni la couleur, ni la forme extérieure, ni la position des grains dans la gousse, etc., etc., ne fournissent à cet égard un guide assuré. J'ai remarqué cependant qu'avec les grosses graines, les grands développements

étaient plus fréquents qu'avec les graines moyennes, et les petites, sans être cependant un caractère exclusif.

Je le répète, les grosses graines produisent, à poids égaux, plus que les petites, et c'est avec les grosses graines que les rendements excessifs sont les plus fréquents.

Je n'insisterai pas davantage sur ces phénomènes remarquables, j'en réserve l'exposition complète pour le second volume de ce recueil.

On ne peut manquer de me demander pourquoi j'obtiens des rendements élevés et pourquoi M. Boussingault n'en obtient que de précaires.

Au lieu de se conformer aux indications que j'ai publiées sur la culture des plantes dans le sable calciné, M. Boussingault a préféré s'inspirer d'idées préconçues qui lui sont propres. Ainsi, au lieu de se servir de pots fendus à la partie inférieure pour que les racines puissent s'épancher librement dans l'eau de la cuvette au centre de laquelle chaque pot est placé, il a trouvé préférable d'employer un simple creuset et de limiter le volume du sable à 100 ou 200 grammes. Je me suis donné la tâche ingrate de répéter ses expériences et j'ai reconnu qu'on n'obtient jamais, dans ces conditions, que des rendements précaires sans excédant d'azote, tandis que tout à côté, avec les mêmes matériaux employés comme je l'ai prescrit, on obtient des rendements dix et vingt fois plus

forts, dans lesquels l'azote dépasse de plusieurs grammes celui de la graine et de la matière azotée ajoutée au sol. On ne saurait rien opposer de sérieux à l'unanimité de ces témoignages; reconnaissons donc la justesse, la vérité de la proposition par laquelle nous avons commencé cette étude. L'azote est assimilable sous plusieurs formes : la forme que le froment préfère ne convient ni au trèfle ni au pois; ce que le froment demande au sol à l'état de nitre ou de sels ammoniacaux, les légumineuses le prennent dans l'air à l'état d'azote élémentaire. La faculté d'assimiler l'azote de l'air, plus particulière à certaines espèces végétales, est une loi d'ordre supérieur. Elle a pour fonction de compenser la perte incessante d'azote que la respiration animale fait subir au capital disponible de matières azotées; elle rétablit l'équilibre troublé par la perte de même nature que la décomposition des matières organiques occasionne : elle est le pivot sur lequel roulent toutes les combinaisons d'assolement, en ce sens que certaines plantes ramènent aux engrais l'azote que d'autres leur ont pris.

Entre les végétaux qui, à l'exemple du froment tirent de préférence l'azote du sol, et ceux qui le puisent dans l'air et sur lesquels les nitrates et les sels ammoniacaux exercent un effet à peu près nul, sinon nuisible, comme il arrive pour le trèfle, il faut placer ceux qui occupent un rang intermédiaire; telle est notamment la betterave, dont la culture réclame une grande quantité de matière azo-

tée, mais dont la récolte accuse en fin de compte un excédant considérable d'azote.

Plus cet excédant sera élevé, et plus la culture de cette plante sera améliorante, car plus elle sera apte à compenser les pertes d'azote en combinaison qui résultent soit des exhalaisons du sol, soit de la conversion d'une partie des récoltes en viande.

Tout le secret de la bonne culture consiste donc à faire alterner les plantes qui puisent l'azote dans l'air, avec celles qui ont besoin de le trouver dans le sol à l'état de nitre et de sels ammoniacaux, et à réserver pour ces dernières tout ce qu'on peut se procurer de composés azotés.

Ces études doivent former deux volumes. Le premier n'est, à vrai dire, que la réimpression de mes anciens ouvrages, rangés dans l'ordre où ils ont été publiés. Je n'y ai rien ajouté; je n'ai rien retranché; ce que j'ai dit en 1855, je le tiens pour exact encore aujourd'hui et j'ajoute que ce n'est pas pour moi une médiocre satisfaction.

J'ai cru devoir reproduire à la fin de ce premier volume les deux rapports, dont cette partie de mes travaux a été l'objet à l'Académie des sciences. Le premier, dû à la plume austère et savante de M. Chevreul, traite de l'absorption de l'azote par les végétaux ; le second, fait par M. Pelouze, a pour objet le dosage des nitrates en présence des matières organiques.

Si l'on se reporte à l'époque où le rapport de M. Chevreul a paru et aux circonstances sous l'empire des-

quelles il a été écrit, il est impossible de ne pas éprouver un sentiment de respect pour son illustre auteur.

A côté et au-dessus de la question scientifique, il y avait une question de personne, vivace et passionnée comme tout ce qui touche à l'amour-propre des hommes.

Deux personnalités étaient en présence et en dissentiment, l'une parvenue au faîte des honneurs scientifiques, l'autre au début de la vie, aux prises avec toutes les difficultés d'une carrière naissante. L'avantage était tout en faveur de la première, mais la seconde avait pour elle la vérité.

M. Chevreul n'a pas craint de le dire, autant que le lui ont permis les réserves d'une commission désireuse de ménager la susceptibilité et les titres antérieurs d'un collègue. Ces actes d'indépendance sont rares dans les annales des corps constitués; mais ils n'en sont que plus honorables; pour moi, je ne pense jamais sans une indicible émotion à cette époque de ma vie si confiante et pourtant si durement éprouvée.

Le second volume de ce recueil sera consacré tout entier à la controverse. Je suivrai pas à pas M. Boussingault dans tout ce qu'il a fait et publié; j'y introduirai dans sa forme originale tout ce qui dans le mémoire de MM. Lawes et Gilbert réclame quelque éclaircissement ou un complément de discussion. Ce deuxième volume sera la justification par des faits nouveaux des aperçus généraux que je viens présenter.

Enfin, l'ouvrage se terminera par l'exposition des faits qu'il m'a été donné de recueillir depuis dix ans sur les différences qu'apporte dans les rendements l'activité inégale qui réside dans les graines, soit que ces inégalités ne se manifestent qu'entre les diverses variétés du même type, soit qu'elles s'étendent aux individus de la même espèce et de la même variété.

GEORGES VILLE.

Ce 25 octobre 1866.

PRÉFACE

DE LA PREMIÈRE ÉDITION

Ce volume a pour objet de mettre en évidence l'absorption de l'azote de l'air par les plantes et de faire connaître les circonstances qui modifient l'activité de cette absorption. Pour résoudre cette question, j'ai dû déterminer la quantité d'ammoniaque qui est contenue dans l'air, ce qui m'a conduit à étudier en détail les effets de ce gaz sur la végétation. A l'origine, mes travaux se bornaient à ces deux points de la nutrition des plantes ; mais peu à peu ils se sont étendus aux autres parties du même sujet, et depuis longtemps je suis arrivé à voir dans la solution de ce problème un moyen d'introduire dans la pratique agricole quelques règles dont la science aurait tracé l'application.

Arrivé au terme d'études longues et pénibles, qui ont pris plusieurs années de ma vie, j'ai une dette de reconnaissance à acquitter envers les personnes qui ont bien

voulu me soutenir dans mon entreprise ou encourager mes efforts de leurs suffrages. Je nommerai, en première ligne, un homme dont les hautes qualités sont au-dessus de mes louanges, M. le comte de Morny, qui a eu pour moi une bienveillance infatigable, et dont l'intervention m'a valu plus tard les encouragements d'une auguste protection. — Puisse cette publication n'être pas jugée trop indigne d'une si grande faveur !

Le vénérable archevêque de Paris, Mgr Sibour, a suivi et soutenu mes premières tentatives avec un intérêt dont je dois lui exprimer ici ma respectueuse gratitude.

Dans une étude qui exigeait de grands moyens d'expérience, je ne pouvais manquer de recourir au physicien célèbre qui a été mon premier maître : je souhaite qu'on trouve ce travail à la hauteur des conseils que j'ai reçus de M. Regnault. Deux artistes éminents, M. Froment et M. Bréguet, m'ont prêté un concours trop utile, et surtout trop désintéressé, pour que je ne les prie pas d'en recevoir mes affectueux remercîments. Enfin, c'est un devoir pour moi de ne point omettre l'appui si honorable que j'ai constamment reçu des deux départements de l'Agriculture et de l'Instruction publique.

GEORGES VILLE.

Grenelle, 1853.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LA VÉGÉTATION

L'AZOTE DE L'AIR PEUT-IL SERVIR A LA NUTRITION DES PLANTES?

ÉTAT DE LA QUESTION

ET RÉSUMÉ DES TRAVAUX QUI ONT PRÉCÉDÉ MES EXPÉRIENCES

« Dans les expériences sur la végétation, tant de causes « diverses et imprévues tendent à influer sur les résultats, « que l'on ne doit jamais se dispenser d'exposer toutes les « circonstances qui les accompagnent. Les détails dans lesquels j'entrerai à ce sujet serviront à déterminer le degré « de confiance que l'on peut donner à mes recherches, et « ils préviendront les contradictions qui naissent de la différence des procédés. »

(TH. DE SAUSSURE.)

I

On peut, à l'égard d'une plante, se poser deux ordres de questions.

On peut se demander quel est le rôle de chacun de ses organes dans le travail de sa formation; on peut, si c'est une plante agricole ou potagère, chercher quels changements la culture a produits dans son organisation, et quels profits on en retire; on peut encore, si l'on ne voit dans cette plante qu'un type détaché du règne végétal, se demander quelle place nos classifications lui assignent parmi les

autres plantes, à quelle classe, à quelle famille et à quel genre elle appartient. — Jusque-là on reste dans le domaine de la physiologie de la botanique comparée. — Mais ces questions ne sont pas les seules que la vue ou l'idée d'une plante éveille en nous, et, après y avoir répondu, son histoire est loin d'être épuisée. En effet, à partir du moment où une plante étale à la surface de la terre ses premières feuilles, jusqu'à celui où la maturation du fruit commence, chaque jour le poids de cette plante augmente ; elle devient le siége d'une accumulation de matière qu'elle accroît dans un ordre invariable et déterminé. Laissant donc de côté tout ce qui se rapporte aux formes extérieures et à la structure des organes, on peut se demander d'où vient cette matière accumulée par la plante, si elle est formée d'un seul ou de plusieurs éléments, et par le jeu de quelles affinités ces éléments se combinent et la produisent. C'est là un champ d'étude qui n'est ni moins vaste, ni moins fécond que le premier, et cependant nous sommes loin de l'avoir exploré dans toute son étendue.

En effet, jusqu'à présent, nous n'avons considéré la plante que dans sa période de formation ; il nous reste à la suivre au delà de sa végétation active, lorsque sa vie s'éteint avec les premiers froids de l'hiver. Si on laisse une plante annuelle exposée à l'air libre, à toutes les variations de température et d'humidité qui s'y produisent, peu à peu sa couleur s'altère, ses tissus se ramollissent, et bientôt la plante tout entière se change en une matière noirâtre dont le poids est notablement inférieur au sien. Ainsi, sans l'intervention apparente d'aucune force étrangère, les plantes mortes qu'on abandonne à l'action libre de l'air se décomposent, une partie importante de leur

substance se dissipe; mais, chose étrange! à la place qu'elles occupaient, l'année suivante la végétation est plus active qu'auparavant. Or, dans ce travail de destruction, qu'est devenue la partie des premières plantes qui s'est dissipée? comment se fait-il que leurs dépouilles augmentent la fertilité du sol? par quels autres moyens peut-on activer la végétation, et sur quels principes l'emploi de ces moyens est-il fondé? Voilà toute une série de nouvelles questions, solidaires des premières, que la physiologie revendique comme étant son domaine, mais que la chimie, aidée de la physique, peut seule résoudre.

II

Entre tant de sujets également importants, un seul nous occupera. Tout le monde sait que les végétaux ont une composition très-simple. En effet, à part quelques substances salines dont la nature est variable, ils sont tous le produit de la combinaison du carbone avec l'azote et les éléments de l'eau. Or, nous commencerons par nous demander d'où vient l'azote des plantes, si l'air contribue à les en pourvoir, et sous quelle forme l'azote qui vient de l'atmosphère profite à la végétation.

III

C'est là un sujet qui a soulevé bien des controverses, et qui, depuis un demi-siècle, a eu le privilége d'occuper les

chimistes les plus éminents. En effet, dès qu'on eut quelques notions précises sur la composition de l'air, Priestley et après lui Ingenhousz se posèrent cette même question : L'azote de l'air peut-il servir à la nutrition des plantes ? Ils la résolurent affirmativement (*). Mais, vingt

---

(*) Th. de Saussure (*Recherches chimiques sur la végétation*, page 205) dit :

« Priestley a cru reconnaître que plusieurs plantes ont la propriété d'ab-
« sorber le gaz azote dans lequel elles végètent. Il a annoncé qu'une plante
« d'*Epilobium hirsutum*, placée sous un récipient de 10 pouces de haut et
« de 1 pouce de large, avait absorbé, au bout d'un mois, les sept huitièmes
« de l'air atmosphérique qu'il contenait.

« Ingenhousz n'a pas borné cette faculté à un petit nombre de végétaux :
« il a observé que toutes les plantes qui végétaient dans le gaz azote lui fai-
« saient subir une diminution sensible dans un petit nombre d'heures. J'ai
« suivi avec beaucoup de soin la végétation de l'*Epilobium hirsutum*, soit
« dans l'air commun, soit dans l'azote pur, en employant les procédés indi-
« qués par Priestley pour cette expérience, et en la prolongeant beaucoup
« plus ; mais je n'ai su apercevoir aucune diminution dans le gaz azote après
« la soustraction du gaz oxygène qui s'y était formé. Il en a été de même
« pour tous les autres végétaux que j'ai soumis aux mêmes épreuves. Les
« plantes ne condensent donc pas le gaz azote : les expériences de Senebier
« et Woodhouse confirment cette assertion.

« Si l'azote est un être simple, s'il n'est pas un élément de l'eau, on doit
« être forcé de reconnaître que les plantes ne se l'assimilent que dans les
« extraits végétaux et animaux, et dans les vapeurs ammoniacales, ou d'au-
« tres composés solubles dans l'eau qu'elles peuvent absorber dans le sol et
« dans l'atmosphère.... On ne peut douter de la présence des vapeurs ammo-
« niacales dans l'atmosphère, lorsqu'on voit que le sulfate d'alumine peut se
« changer, à l'air libre, en sulfate ammoniacal d'alumine. »

I

Une plante dont les racines plongent dans l'eau distillée, et qu'on recouvre d'une éprouvette pleine d'air, reste stationnaire ; son poids n'augmente pas sensiblement, ou du moins augmente très-peu. Saussure en a fait plusieurs fois l'expérience, et le résultat a toujours été le même (Th. de Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation*, pages 32, 42, 91, 199). En effet, pour qu'une plante prospère dans l'intérieur d'une cloche, il faut renouveler

ans plus tard, Saussure réfuta l'opinion de ses deux illustres devanciers. Ayant observé que le sulfate d'alumine se change à l'air libre en sulfate double d'alumine et d'ammoniaque, ce qui mettait hors de doute la présence de l'ammoniaque dans l'atmosphère, Saussure en fit dé-

---

l'air au moins tous les jours; il faut, de plus, que l'air contienne un excès d'acide carbonique, afin que la plante ne soit jamais privée de ce gaz; il faut enfin que la plante trouve dans l'eau où plongent ses racines, ou dans le sable qui lui sert de sol, les matières minérales dont la cendre de cette espèce de plante se compose ordinairement. Si l'on néglige une seule de ces conditions, les plantes ne meurent pas, mais leur développement s'arrête. S'il se forme par hasard quelques feuilles nouvelles, on remarque que les feuilles plus anciennes se flétrissent, et il est manifeste que leur substance a été résorbée au profit des dernières venues.

II

Dans une atmosphère confinée de peu d'étendue, dans l'intérieur d'une grande éprouvette, par exemple, les plantes agissent sur l'air de deux manières. La petite quantité d'acide carbonique que l'air contient est d'abord décomposée par la plante; puis une nouvelle quantité de ce même acide se forme aux dépens de sa propre substance et de l'oxygène ambiant, et, lorsque cette formation a atteint une certaine limite, elle s'arrête. A partir de ce moment, l'activité de la plante se traduit par les deux phénomènes suivants: pendant le jour, elle décompose l'acide carbonique, et, pendant la nuit, elle en produit de nouveau une quantité équivalente. Entre ces deux effets contraires, et qui se balancent, le poids de la plante reste à peu près stationnaire. La plante se soutient, mais elle ne se développe point. (Th. de Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation*, pages 62, 76, 71.)

III

Lorsqu'une plante est placée dans les mêmes conditions, et que les racines plongent dans de l'eau librement exposée au contact de l'air, les mêmes phénomènes se produisent. Il y a, comme précédemment, formation et décomposition d'acide carbonique; mais en même temps, une partie de l'oxygène de l'air, qui est dissous dans l'eau passe dans la cloche : il est absorbé par les racines et exhalé par les feuilles. Les plantes peuvent exhaler ainsi des quantités considérables d'oxygène, parce que l'atmosphère rend immédiate-

river l'azote que les plantes empruntent à l'air. Ainsi, à partir des travaux de Saussure, on admit que les plantes tirent de l'air une partie de leur azote, mais à l'état d'ammoniaque. Quant à l'azote lui-même, il reprit, aux yeux des savants, le rôle négatif d'un élément qui tempère les affinités trop actives de l'oxygène.

IV

A une époque plus récente, M. Boussingault s'est occupé à son tour de la même question. Par des expériences di-

---

ment à l'eau celui qu'elle a perdu. (Th. de Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation*, page 114.)

IV

Lorsque Saussure réfuta l'opinion de Priestley et affirma, contrairement à ce savant, que les plantes qu'on met sous une éprouvette pleine d'air n'absorbent pas sensiblement d'azote, il avait pour lui la vérité ; aussi son opinion a-t-elle prévalu. Mais lorsque, de la même expérience, il veut tirer la conclusion que l'azote ne peut, dans aucun cas, servir à la nutrition des plantes, il va trop loin et l'expérience sur laquelle il se fonde n'autorise pas une semblable déduction. En effet, si les plantes qu'on place dans une atmosphère confinée ne prospèrent pas, si leur poids reste stationnaire, comment une absorption d'azote aurait-elle lieu, lorsque nous savons que de tous les éléments qui entrent dans la composition des plantes, l'azote est celui dont elles contiennent le moins?

Afin d'éviter une partie de ces inconvénients, Priestley avait eu l'idée de submerger un pot rempli de bonne terre après y avoir repiqué la plante sur laquelle il voulait opérer. Mais cette disposition avait l'inconvénient que nous avons signalé dans le § 3. Une partie de l'oxygène de l'air dissous dans l'eau de la cuve était aspirée par les racines et exhalée par les feuilles dans l'intérieur de l'éprouvette, et venait encore compliquer l'expérience.

Enfin, sous le rapport de la disposition des appareils et des procédés d'analyse, nous aurions bien encore quelques remarques à présenter ; mais il est

rectes, très-simples, que chacun peut répéter à son gré, il s'est assuré de nouveau que les plantes tirent de l'air une partie de leur azote ; mais il n'est pas remonté à l'origine de cette absorption. Dans la pensée de ce savant, elle peut avoir lieu de trois façons différentes : elle peut provenir des poussières qui voltigent dans l'air, des vapeurs ammoniacales dont Saussure a démontré le premier la présence, ou enfin de l'azote lui-même. Entre ces trois explications, M. Boussingault ne voit pas de motif suffisant de se prononcer ; elles lui paraissent toutes trois également probables. Voici, en effet, en quels termes lui-même résume à la fois ses travaux et son opinion :

« Les recherches que j'ai entreprises semblent donc

---

superflu d'entamer cette discussion. Les détails qui précèdent suffisent pour juger avec équité l'importance des travaux de Priestley et de Saussure.

V

Pour qu'une plante qui a été semée dans le sable calciné prospère et se développe dans l'intérieur d'une cloche, j'ai dit qu'il fallait renouveler l'air. A l'appui de cette assertion je puis citer l'expérience suivante, qui ne laisse aucun doute à cet égard.

Le 15 mars 1851, on a semé dans cinq pots séparés, remplis de sable calciné, du blé, de l'orge, de l'avoine, du seigle et du maïs. On a enfermé les cinq pots dans la même cloche ; celle-ci avait 2 mètres de haut sur $0^m,80$ de large. Après l'avoir fermée, on y a dégagé 20 litres d'acide carbonique, et on l'a munie de deux flacons qui faisaient l'office de soupapes, pour que la pression se mît en équilibre avec l'air extérieur. Tous les pots plongeaient dans une nappe d'eau distillée.

Les grains ont germé. Les plantes ont d'abord prospéré ; lorsque le chaume a atteint de 6 à 8 centimètres de hauteur, il a jauni et s'est desséché ; mais du collet de la racine il est parti un nouveau chaume qui s'est élevé à 10 ou 12 centimètres, et qui a été remplacé par un troisième. Chez quelques plantes, il s'est formé un quatrième chaume ; à propos de cette végétation j'ai inscrit dans mon journal d'observations les lignes suivantes, que j'en extrais textuellement :

« Il est manifeste qu'une atmosphère confinée est défavorable à la végéta-

« établir que, dans plusieurs conditions, certaines plantes « sont aptes à puiser de l'azote dans l'air; mais dans « quelles circonstances, à quel état l'azote se fixe-t-il « dans les végétaux? C'est ce que nous ignorons encore.

« En effet, l'azote peut entrer directement dans leur « organisme, si leurs parties vertes sont aptes à le fixer. « Cet élément peut encore être porté dans les végétaux par « l'eau toujours aérée qui est aspirée par leurs racines. « Enfin, il est possible qu'il existe dans l'air une infini- « ment petite quantité de vapeurs ammoniacales (*). »

V

Tous les savants n'ont pas éprouvé la même indécision que M. Boussingault. M. Liebig, dont les publica-

---

« tion lorsqu'on cultive les plantes dans le sable. Chaque nouveau bourgeon « ayant prospéré plus que celui qui l'avait précédé, il est probable qu'une « partie de la substance de celui-ci a servi à sa formation, et qu'il y a eu « résorption de l'ancien bourgeon au profit du nouveau. Le premier chaume « a donc fonctionné par rapport au second, et celui-ci par rapport au troi- « sième, comme l'amande d'une graine par rapport au germe de la plante « que cette graine contient. »

Dans ces conditions, aucune des céréales n'a fructifié. En 1852, le blé semé et placé dans la même cloche, l'air de la cloche étant renouvelé, a fleuri et porté graine. (Voyez pages 35 et 36.)

(*) Les expériences de M. Boussingault ont fait le sujet de deux Mémoires insérés dans les tomes LXVII et LXIX de la deuxième série des *Annales de chimie et de physique*.

Dans son premier Mémoire, M. Boussingault décrit de la manière suivante les dispositions qu'il a adoptées dans le cours de son travail, p. 27, t. LXVII :

« J'ai employé pour sol du sable siliceux ; le sable a été d'abord passé au « tamis, puis chauffé et entretenu à la chaleur rouge, afin de lui enlever toute « trace de matière organique. On l'humectait avec de l'eau distillée, pour le « disposer à recevoir les semences; au bout de quelques jours, j'enlevais les

tions ont donné une si vive impulsion à toutes les études qui nous occupent, et dont l'opinion a toujours une si grande autorité, semble, pour sa part, n'avoir aucun doute. Voici, en effet, comment la solution se présente à son esprit :

« Puisque l'on trouve de l'azote dans tous les lichens qui « poussent sur les rocs de basalte ; que les champs pro- « duisent plus d'azote qu'on ne leur en amène comme ali- « ment ; que l'on rencontre de l'azote dans tous les ter- « rains, dans les minéraux même qui ne se trouvent jamais « en contact avec les matières organiques ; que, dans l'at- « mosphère, dans les eaux de pluie et de fontaine, dans « tous les terrains, on retrouve cet azote sous la forme « d'ammoniaque comme produit des générations anté- « rieures ; que la production des principes azotés enfin « augmente dans les plantes, avec la quantité d'ammo-

---

« grains qui n'avaient pas germé. Les vases de porcelaine qui contenaient le « sable ensemencé ont été déposés dans un pavillon situé à l'extrémité d'un « grand jardin. Durant tout le temps de la culture, les fenêtres sont restées « constamment fermées ; mais leur hauteur et leur position permettaient au « soleil de pénétrer dans la pièce pendant tout le jour.... »

En opérant comme M. Boussingault vient de le décrire, ce savant a trouvé que « certaines plantes ÉTAIENT APTES A PUISER L'AZOTE DANS L'AIR. » Pour se convaincre que cet azote ne provenait pas des poussières que l'air tient en suspension, M. Boussingault a fait une nouvelle expérience, dans laquelle la végétation avait lieu dans l'intérieur d'une cloche. Au moyen d'un tonneau, on faisait passer chaque jour de 500 à 600 litres d'air dans l'intérieur de celle-ci (t. LXVII, p. 35).

Dans ces conditions,	$0^{gr},880$ de graine sèche,	contenant $0^{gr},061$ Az.
ont produit	$0^{gr},879$ de récolte sèche,	contenant $0^{gr},069$
	Gain en azote pendant la culture :	$+ 0^{gr},008$ Az.

C'est à la suite de tous ces résultats que M. Boussingault a formulé dans son second Mémoire (t. LXIX de la deuxième série, p. 366), les conclusions que nous avons rapportées.

« niaque qu'on leur offre dans le fumier animal, on peut « en conclure en toute sûreté que *c'est l'ammoniaque de « l'atmosphère qui fournit l'azote aux plantes* (*). »

VI

Enfin, il paraît que les corps organiques privés d'azote produisent de l'ammoniaque lorsqu'ils se décomposent. Dans l'opinion de M. Mulder, cette production est le résultat de la combinaison de l'azote de l'air avec l'hydrogène que ces corps dégagent. Si cette opinion est fondée, il en résulte qu'une terre pourrait fournir aux plantes plus d'azote qu'elle-même n'en contient. L'azote excédant viendrait de l'atmosphère ; il serait absorbé par les plantes à l'état d'ammoniaque. Mais l'ammoniaque se formerait dans le sol même ; l'azote de l'air et l'hydrogène des corps organiques seraient l'origine de cette formation. M. Mulder explique ainsi l'absorption de l'azote de l'air par les plantes.

VII

Si nous dégageons la question de toute idée préconçue et de toute explication antérieure, nous avons un moyen bien simple de décider entre toutes ces opinions, et de savoir si l'azote que les plantes tirent de l'air est absorbé à l'état d'ammoniaque, ou à l'état d'azote. Nous admettrons,

(*) J. Liebig, *Chimie appliquée à l'agriculture*, p. 81.

pour un moment, que c'est à l'état d'ammoniaque, nous réservant d'en appeler aux expériences suivantes. Premièrement, nous déterminerons la quantité d'ammoniaque qu'un volume d'air contient. Secondement, nous ferons passer un volume d'air égal dans l'intérieur d'une cloche, après y avoir enfermé des plantes semées dans du sable calciné. Si l'ammoniaque de l'air est l'origine de l'azote absorbé par les végétaux, dans aucun cas les plantes expérimentées ne pourront contenir plus d'azote que l'air n'en contenait lui-même à l'état d'ammoniaque. Si le contraire arrive, si les plantes accusent à n'en pouvoir douter un excédant d'azote, il faudra de toute nécessité en chercher ailleurs l'origine. Cette source réside-t-elle dans les poussières dont nous parlions ou dans l'azote lui-même? L'expérience seule devra en décider. Avant de laisser pénétrer l'air dans l'intérieur de la cloche, on le fera passer dans des tubes remplis de fragments de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique, afin d'exclure à la fois les poussières et l'ammoniaque; et si, dans ces nouvelles conditions, les plantes accusent encore un excédant d'azote, on sera bien forcé de le rapporter à l'azote lui-même, puisque toutes les autres sources auront été exclues. Or, c'est précisément ce qui a lieu, et c'est ce qui démontre que l'azote de l'air sert directement à la nutrition des plantes.

Voilà par quelle suite de raisonnements et d'expériences j'ai été conduit à constater cette nouvelle propriété de l'azote, et pourquoi j'ai dû m'occuper en premier lieu du dosage de l'ammoniaque de l'air.

Après m'être assuré, par un grand nombre d'expériences, que ni l'ammoniaque ni les poussières de l'air ne rendent compte de l'azote absorbé par les plantes, il m'a paru curieux de chercher ce qu'il adviendrait si l'on ajou-

tait à l'air un excès d'ammoniaque ; et voilà comment, par une extension que l'enchaînement des idées a presque amenée, j'ai été conduit à m'occuper des effets de ce gaz sur la végétation.

Le dosage de l'ammoniaque de l'air, la démonstration que l'azote peut servir à la nutrition des plantes, et l'étude de l'action exercée par l'ammoniaque sur la végétation, forment le cadre des recherches dont ce volume contient les résultats.

PREMIÈRE PARTIE

RECHERCHE ET DOSAGE DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

I

Depuis que Saussure a appelé l'attention des savants sur la présence de l'ammoniaque de l'air, on a essayé à plusieurs reprises de déterminer combien l'air contient de cet alcali. La première de ces tentatives est due à M. Gräger, pharmacien à Mulhouse; la seconde à M. Kemp, chimiste irlandais, et la troisième à M. Frésénius, de Wiesbaden.

		Kil.
D'après M. Gräger, 1 million de kilogrammes d'air contient.		0,333 Azll³.
D'après M. Kemp.		3,880
D'après M. Frésénius,	l'air diurne.	0,089
	l'air nocturne.	0,169

Le désaccord que présentent ces trois résultats nous fait un devoir d'examiner les méthodes qui ont servi à les obtenir, afin de remonter à l'origine de ce désaccord, et de savoir s'il est dû en totalité ou en partie à une erreur d'expérience, ou s'il exprime au contraire la limite des variations que le

poids de l'ammoniaque éprouve, sous l'influence de causes encore inaperçues.

II

M. Gräger a opéré sur 1112 litres d'air. L'air passait dans de l'acide chlorhydrique étendu. La liqueur était évaporée au bain-marie, et l'ammoniaque dosée à l'état de bichlorure de platine et d'ammoniaque. Le précipité était recueilli et pesé sur un filtre de papier desséché à 100°. Il s'est élevé, dans l'expérience de M. Gräger, à $0^{gr},006$.

III

Il y a, dans l'expérience de M. Gräger, trois causes d'erreur contre lesquelles ce savant ne s'est pas mis en garde :

1° L'air tient en suspension des quantités notables de poussières qui réagissent sur le bichlorure de platine. Si elles sont de nature minérale, elles forment des combinaisons insolubles dont le poids s'ajoute à celui du bichlorure de platine ammoniacal, et exagère le résultat du dosage. Si elles sont de nature organique, elles réduisent une petite quantité de bichlorure de platine et faussent encore le résultat dans le même sens.

2° Lorsqu'on évapore une dissolution acide de bichlorure de platine, il se forme toujours un précipité. Si la liqueur est composée de :

	Gram.
Acide chlorhydrique	20,00
Eau distillée	100,00
Bichlorure de platine	0,50

ce précipité s'élève à 0gr,003. Il est dû à l'ammoniaque que les réactifs peuvent contenir, à la réduction partielle d'une petite quantité de bichlorure de platine, et à l'action corrosive de l'acide chlorhydrique qui attaque le verre des appareils et dissout une notable quantité d'alcalis.

3° Enfin, lorsqu'on pèse un précipité de bichlorure de platine et d'ammoniaque sur un filtre de papier, on ne peut pas répondre d'une augmentation de poids de 1 à 2 milligrammes, à moins de prendre des précautions toutes particulières pour le lavage et la dessiccation du filtre, et dont l'auteur ne parle pas. Lorsqu'on a filtré une dissolution de bichlorure de platine dans un mélange d'alcool et d'éther, si l'on ne lave pas chaque pli du filtre séparément, il arrive presque toujours qu'une petite quantité de ce sel est retenue par la capillarité du papier. Lorsqu'on dessèche le filtre, il se forme des lignes jaunes disposées comme les rayons d'un cercle, et qui correspondent à un certain nombre de plis du filtre. La quantité de bichlorure de platine ainsi retenue est très-faible, mais enfin elle est réelle. Pour l'éviter, il faut prolonger les lavages bien au delà de ce qu'on fait d'habitude.

IV

M. Kemp a suivi un autre procédé, il a dosé l'ammoniaque à l'état d'oxychloramidure de mercure.

river l'azote que les plantes empruntent à l'air. Ainsi, à partir des travaux de Saussure, on admit que les plantes tirent de l'air une partie de leur azote, mais à l'état d'ammoniaque. Quant à l'azote lui-même, il reprit, aux yeux des savants, le rôle négatif d'un élément qui tempère les affinités trop actives de l'oxygène.

IV

A une époque plus récente, M. Boussingault s'est occupé à son tour de la même question. Par des expériences di-

---

ment à l'eau celui qu'elle a perdu. (Th. de Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation*, page 114.)

IV

Lorsque Saussure réfuta l'opinion de Priestley et affirma, contrairement à ce savant, que les plantes qu'on met sous une éprouvette pleine d'air n'absorbent pas sensiblement d'azote, il avait pour lui la vérité ; aussi son opinion a-t-elle prévalu. Mais lorsque, de la même expérience, il veut tirer la conclusion que l'azote ne peut, dans aucun cas, servir à la nutrition des plantes, il va trop loin et l'expérience sur laquelle il se fonde n'autorise pas une semblable déduction. En effet, si les plantes qu'on place dans une atmosphère confinée ne prospèrent pas, si leur poids reste stationnaire, comment une absorption d'azote aurait-elle lieu, lorsque nous savons que de tous les éléments qui entrent dans la composition des plantes, l'azote est celui dont elles contiennent le moins?

Afin d'éviter une partie de ces inconvénients, Priestley avait eu l'idée de submerger un pot rempli de bonne terre après y avoir repiqué la plante sur laquelle il voulait opérer. Mais cette disposition avait l'inconvénient que nous avons signalé dans le § 3. Une partie de l'oxygène de l'air dissous dans l'eau de la cuve était aspirée par les racines et exhalée par les feuilles dans l'intérieur de l'éprouvette, et venait encore compliquer l'expérience.

Enfin, sous le rapport de la disposition des appareils et des procédés d'analyse, nous aurions bien encore quelques remarques à présenter; mais il est

rectes, très-simples, que chacun peut répéter à son gré, il s'est assuré de nouveau que les plantes tirent de l'air une partie de leur azote ; mais il n'est pas remonté à l'origine de cette absorption. Dans la pensée de ce savant, elle peut avoir lieu de trois façons différentes : elle peut provenir des poussières qui voltigent dans l'air, des vapeurs ammoniacales dont Saussure a démontré le premier la présence, ou enfin de l'azote lui-même. Entre ces trois explications, M. Boussingault ne voit pas de motif suffisant de se prononcer ; elles lui paraissent toutes trois également probables. Voici, en effet, en quels termes lui-même résume à la fois ses travaux et son opinion :

« Les recherches que j'ai entreprises semblent donc

---

superflu d'entamer cette discussion. Les détails qui précèdent suffisent pour juger avec équité l'importance des travaux de Priestley et de Saussure.

V

Pour qu'une p'ante qui a été semée dans le sable calciné prospère et se développe dans l'intérieur d'une cloche, j'ai dit qu'il fallait renouveler l'air. A l'appui de cette assertion je puis citer l'expérience suivante, qui ne laisse aucun doute à cet égard.

Le 15 mars 1851, on a semé dans cinq pots séparés, remplis de sable calciné, du blé, de l'orge, de l'avoine, du seigle et du maïs. On a enfermé les cinq pots dans la même cloche ; celle-ci avait 2 mètres de haut sur $0^m,80$ de large. Après l'avoir fermée, on y a dégagé 20 litres d'acide carbonique, et on l'a munie de deux flacons qui faisaient l'office de soupapes, pour que la pression se mît en équilibre avec l'air extérieur. Tous les pots plongeaient dans une nappe d'eau distillée.

Les grains ont germé. Les plantes ont d'abord prospéré ; lorsque le chaume a atteint de 6 à 8 centimètres de hauteur, il a jauni et s'est desséché ; mais du collet de la racine il est parti un nouveau chaume qui s'est élevé à 10 ou 12 centimètres, et qui a été remplacé par un troisième. Chez quelques plantes, il s'est formé un quatrième chaume ; à propos de cette végétation j'ai inscrit dans mon journal d'observations les lignes suivantes, que j'en extrais textuellement :

« Il est manifeste qu'une atmosphère confinée est défavorable à la végéta-

« établir que, dans plusieurs conditions, certaines plantes « sont aptes à puiser de l'azote dans l'air; mais dans « quelles circonstances, à quel état l'azote se fixe-t-il « dans les végétaux? C'est ce que nous ignorons encore.

« En effet, l'azote peut entrer directement dans leur « organisme, si leurs parties vertes sont aptes à le fixer. « Cet élément peut encore être porté dans les végétaux par « l'eau toujours aérée qui est aspirée par leurs racines. « Enfin, il est possible qu'il existe dans l'air une infini- « ment petite quantité de vapeurs ammoniacales (*). »

V

Tous les savants n'ont pas éprouvé la même indécision que M. Boussingault. M. Liebig, dont les publica-

---

« tion lorsqu'on cultive les plantes dans le sable. Chaque nouveau bourgeon « ayant prospéré plus que celui qui l'avait précédé, il est probable qu'une « partie de la substance de celui-ci a servi à sa formation, et qu'il y a eu « résorption de l'ancien bourgeon au profit du nouveau. Le premier chaume « a donc fonctionné par rapport au second, et celui-ci par rapport au troi- « sième, comme l'amande d'une graine par rapport au germe de la plante « que cette graine contient. »

Dans ces conditions, aucune des céréales n'a fructifié. En 1852, le blé semé et placé dans la même cloche, l'air de la cloche étant renouvelé, a fleuri et porté graine. (Voyez pages 35 et 36.)

(*) Les expériences de M. Boussingault ont fait le sujet de deux Mémoires insérés dans les tomes LXVII et LXIX de la deuxième série des *Annales de chimie et de physique*.

Dans son premier Mémoire, M. Boussingault décrit de la manière suivante les dispositions qu'il a adoptées dans le cours de son travail, p. 27, t. LXVII :

« J'ai employé pour sol du sable siliceux; le sable a été d'abord passé au « tamis, puis chauffé et entretenu à la chaleur rouge, afin de lui enlever toute « trace de matière organique. On l'humectait avec de l'eau distillée, pour le « disposer à recevoir les semences; au bout de quelques jours, j'enlevais les

tions ont donné une si vive impulsion à toutes les études qui nous occupent, et dont l'opinion a toujours une si grande autorité, semble, pour sa part, n'avoir aucun doute. Voici, en effet, comment la solution se présente à son esprit :

« Puisque l'on trouve de l'azote dans tous les lichens qui « poussent sur les rocs de basalte ; que les champs pro- « duisent plus d'azote qu'on ne leur en amène comme ali- « ment ; que l'on rencontre de l'azote dans tous les ter- « rains, dans les minéraux même qui ne se trouvent jamais « en contact avec les matières organiques ; que, dans l'at- « mosphère, dans les eaux de pluie et de fontaine, dans « tous les terrains, on retrouve cet azote sous la forme « d'ammoniaque comme produit des générations anté- « rieures ; que la production des principes azotés enfin « augmente dans les plantes, avec la quantité d'ammo-

---

« grains qui n'avaient pas germé. Les vases de porcelaine qui contenaient le « sable ensemencé ont été déposés dans un pavillon situé à l'extrémité d'un « grand jardin. Durant tout le temps de la culture, les fenêtres sont restées « constamment fermées ; mais leur hauteur et leur position permettaient au « soleil de pénétrer dans la pièce pendant tout le jour.... »

En opérant comme M. Boussingault vient de le décrire, ce savant a trouvé que « certaines plantes ÉTAIENT APTES A PUISER L'AZOTE DANS L'AIR. » Pour se convaincre que cet azote ne provenait pas des poussières que l'air tient en suspension, M. Boussingault a fait une nouvelle expérience, dans laquelle la végétation avait lieu dans l'intérieur d'une cloche. Au moyen d'un tonneau, on faisait passer chaque jour de 500 à 600 litres d'air dans l'intérieur de celle-ci (t. LXVII, p. 35).

Dans ces conditions, 0gr,880 de graine sèche, contenant 0gr,061 Az.
ont produit 0gr,879 de récolte sèche, contenant 0gr,069

Gain en azote pendant la culture : + 0gr,008 Az.

C'est à la suite de tous ces résultats que M. Boussingault a formulé dans son second Mémoire (t. LXIX de la deuxième série, p. 366), les conclusions que nous avons rapportées.

« niaque qu'on leur offre dans le fumier animal, on peut « en conclure en toute sûreté que *c'est l'ammoniaque de « l'atmosphère qui fournit l'azote aux plantes* (*). »

VI

Enfin, il paraît que les corps organiques privés d'azote produisent de l'ammoniaque lorsqu'ils se décomposent. Dans l'opinion de M. Mulder, cette production est le résultat de la combinaison de l'azote de l'air avec l'hydrogène que ces corps dégagent. Si cette opinion est fondée, il en résulte qu'une terre pourrait fournir aux plantes plus d'azote qu'elle-même n'en contient. L'azote excédant viendrait de l'atmosphère ; il serait absorbé par les plantes à l'état d'ammoniaque. Mais l'ammoniaque se formerait dans le sol même ; l'azote de l'air et l'hydrogène des corps organiques seraient l'origine de cette formation. M. Mulder explique ainsi l'absorption de l'azote de l'air par les plantes.

VII

Si nous dégageons la question de toute idée préconçue et de toute explication antérieure, nous avons un moyen bien simple de décider entre toutes ces opinions, et de savoir si l'azote que les plantes tirent de l'air est absorbé à l'état d'ammoniaque, ou à l'état d'azote. Nous admettrons,

(*) J. Liebig, *Chimie appliquée à l'agriculture*, p. 81.

pour un moment, que c'est à l'état d'ammoniaque, nous réservant d'en appeler aux expériences suivantes. Premièrement, nous déterminerons la quantité d'ammoniaque qu'un volume d'air contient. Secondement, nous ferons passer un volume d'air égal dans l'intérieur d'une cloche, après y avoir enfermé des plantes semées dans du sable calciné. Si l'ammoniaque de l'air est l'origine de l'azote absorbé par les végétaux, dans aucun cas les plantes expérimentées ne pourront contenir plus d'azote que l'air n'en contenait lui-même à l'état d'ammoniaque. Si le contraire arrive, si les plantes accusent à n'en pouvoir douter un excédant d'azote, il faudra de toute nécessité en chercher ailleurs l'origine. Cette source réside-t-elle dans les poussières dont nous parlions ou dans l'azote lui-même? L'expérience seule devra en décider. Avant de laisser pénétrer l'air dans l'intérieur de la cloche, on le fera passer dans des tubes remplis de fragments de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique, afin d'exclure à la fois les poussières et l'ammoniaque; et si, dans ces nouvelles conditions, les plantes accusent encore un excédant d'azote, on sera bien forcé de le rapporter à l'azote lui-même, puisque toutes les autres sources auront été exclues. Or, c'est précisément ce qui a lieu, et c'est ce qui démontre que l'azote de l'air sert directement à la nutrition des plantes.

Voilà par quelle suite de raisonnements et d'expériences j'ai été conduit à constater cette nouvelle propriété de l'azote, et pourquoi j'ai dû m'occuper en premier lieu du dosage de l'ammoniaque de l'air.

Après m'être assuré, par un grand nombre d'expériences, que ni l'ammoniaque ni les poussières de l'air ne rendent compte de l'azote absorbé par les plantes, il m'a paru curieux de chercher ce qu'il adviendrait si l'on ajou-

tait à l'air un excès d'ammoniaque ; et voilà comment, par une extension que l'enchaînement des idées a presque amenée, j'ai été conduit à m'occuper des effets de ce gaz sur la végétation.

Le dosage de l'ammoniaque de l'air, la démonstration que l'azote peut servir à la nutrition des plantes, et l'étude de l'action exercée par l'ammoniaque sur la végétation, forment le cadre des recherches dont ce volume contient les résultats.

PREMIÈRE PARTIE

RECHERCHE ET DOSAGE DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

I

Depuis que Saussure a appelé l'attention des savants sur la présence de l'ammoniaque de l'air, on a essayé à plusieurs reprises de déterminer combien l'air contient de cet alcali. La première de ces tentatives est due à M. Gräger, pharmacien à Mulhouse; la seconde à M. Kemp, chimiste irlandais, et la troisième à M. Frésénius, de Wiesbaden.

		Kil.
D'après M. Gräger, 1 million de kilogrammes d'air contient.		0,333 Azll³.
D'après M. Kemp.		3,880
D'après M. Frésénius,	l'air diurne.	0,089
	l'air nocturne.	0,169

Le désaccord que présentent ces trois résultats nous fait un devoir d'examiner les méthodes qui ont servi à les obtenir, afin de remonter à l'origine de ce désaccord, et de savoir s'il est dû en totalité ou en partie à une erreur d'expérience, ou s'il exprime au contraire la limite des variations que le

poids de l'ammoniaque éprouve, sous l'influence de causes encore inaperçues.

II

M. Gräger a opéré sur 1112 litres d'air. L'air passait dans de l'acide chlorhydrique étendu. La liqueur était évaporée au bain-marie, et l'ammoniaque dosée à l'état de bichlorure de platine et d'ammoniaque. Le précipité était recueilli et pesé sur un filtre de papier desséché à 100°. Il s'est élevé, dans l'expérience de M. Gräger, à $0^{gr},006$.

III

Il y a, dans l'expérience de M. Gräger, trois causes d'erreur contre lesquelles ce savant ne s'est pas mis en garde :

1° L'air tient en suspension des quantités notables de poussières qui réagissent sur le bichlorure de platine. Si elles sont de nature minérale, elles forment des combinaisons insolubles dont le poids s'ajoute à celui du bichlorure de platine ammoniacal, et exagère le résultat du dosage. Si elles sont de nature organique, elles réduisent une petite quantité de bichlorure de platine et faussent encore le résultat dans le même sens.

2° Lorsqu'on évapore une dissolution acide de bichlorure de platine, il se forme toujours un précipité. Si la liqueur est composée de :

	Gram.
Acide chlorhydrique	20,00
Eau distillée	100,00
Bichlorure de platine	0,50

ce précipité s'élève à 0gr,003. Il est dû à l'ammoniaque que les réactifs peuvent contenir, à la réduction partielle d'une petite quantité de bichlorure de platine, et à l'action corrosive de l'acide chlorhydrique qui attaque le verre des appareils et dissout une notable quantité d'alcalis.

3° Enfin, lorsqu'on pèse un précipité de bichlorure de platine et d'ammoniaque sur un filtre de papier, on ne peut pas répondre d'une augmentation de poids de 1 à 2 milligrammes, à moins de prendre des précautions toutes particulières pour le lavage et la dessiccation du filtre, et dont l'auteur ne parle pas. Lorsqu'on a filtré une dissolution de bichlorure de platine dans un mélange d'alcool et d'éther, si l'on ne lave pas chaque pli du filtre séparément, il arrive presque toujours qu'une petite quantité de ce sel est retenue par la capillarité du papier. Lorsqu'on dessèche le filtre, il se forme des lignes jaunes disposées comme les rayons d'un cercle, et qui correspondent à un certain nombre de plis du filtre. La quantité de bichlorure de platine ainsi retenue est très-faible, mais enfin elle est réelle. Pour l'éviter, il faut prolonger les lavages bien au delà de ce qu'on fait d'habitude.

IV

M. Kemp a suivi un autre procédé, il a dosé l'ammoniaque à l'état d'oxychloramidure de mercure.

Lorsqu'on verse du carbonate d'ammoniaque dans une dissolution de bichlorure de mercure, il se forme un précipité blanc. Sous ce rapport, le bichlorure de mercure est un réactif d'une grande sensibilité. Mais le précipité étant en partie soluble dans l'eau et très-soluble dans une dissolution de bichlorure de mercure, il en résulte que sa formation dépend de la quantité de carbonate d'ammoniaque qu'on emploie, de la masse et de l'état de concentration de la dissolution de bichlorure de mercure sur laquelle on opère. Pour échapper à toutes ces causes d'incertitude, M. Kemp fait bouillir la dissolution de bichlorure de mercure afin de changer la nature du précipité, de le faire passer de l'état de chloramidure de mercure ($HgAzH^2,HgCl$) à celui d'oxychloramidure ($HgAzH^2,HgCl + 2HgO$) sous lequel il est plus stable. Malgré ce correctif, le bichlorure de mercure ne peut servir à doser des quantités d'ammoniaque inférieures ou à peine égales à un milligramme, vu l'impossibilité de reconnaître si la transformation du chloramidure en oxychloramidure a été complète. Enfin M. Kemp, comme M. Gräger, ne s'est pas mis à l'abri des poussières que l'air tient en suspension.

V

Mieux avisé que ses devanciers, M. Frésénius s'est mis en garde contre les poussières atmosphériques, en faisant passer l'air dans un tube en U rempli de coton cardé ; contre le précipité que la seule évaporation des réactifs fait naître, en essayant ces réactifs avant de s'en servir ; enfin il a brûlé les filtres et dosé l'ammoniaque par le platine qui reste après la combustion.

A tous ces soins on reconnaît un analyste habitué aux recherches de précision, et la seule critique qu'on puisse adresser à M. Frésénius, c'est d'avoir opéré sur un volume d'air beaucoup trop faible. Les quantités de platine qu'il a obtenues n'ont jamais dépassé 0gr,0004, et sont descendues dans une analyse jusqu'à 0gr,0002, ce qui équivaut à 0gr,00007 et à 0gr,000035 d'ammoniaque, quantités évidemment trop faibles pour fournir des résultats dignes de confiance.

Au reste, voici les résultats de trois analyses faites par la méthode de ce savant, en opérant sur des poids connus de sel ammoniac :

	Gram.
1° Papier à filtre, desséché à 100°.	0,343
Cendres laissées après la combustion.	0,002
Les réactifs composés de :	
2° Acide chlorhydrique.	5,00
Dissolution du bichlorure de platine au 20°. .	5,00
Eau distillée.	100,00
laissent un précipité de platine de (*).	0,00092

1re ANALYSE

	Gram.
Chlorhydrate d'ammoniaque.	0,0030
Filtre desséché à 100°.	0,3045
Cendres et platine.	0,0076

D'où il faut déduire :

	Gram.		
Cendres.	0,00177		
Platine laissé par les réactifs. . .	0,00092		
	0,00269	Reste	0,00491

(*) Voici les éléments de cette détermination : Filtre desséché à 100°, 0gr,5575 ; cendres et platine, 0gr,00208.

RÉSULTATS DE L'ANALYSE

Gram.	
0,00300 de chlorhydrate d'ammoniaque contiennent.	0,000961 AzH^3
0,00491 de platine correspondant à.	0,000853
Différence en moins.	0,000108

2e ANALYSE

	Gram.
Chlorhydrate d'ammoniaque.	0,0015
Filtre desséché à 100°.	0,3685
Cendres et platine.	0,0060

D'où il faut déduire :

	Gram.		
Cendres.	0,00214		
Platine laissé par les réactifs. . . .	0,00092		
	0,00306	Reste	0,00294

RÉSULTATS DE L'ANALYSE

Gram.	
0,0015 de chlorhydrate d'ammoniaque contiennent.	0,00048 AzH^3.
0,00294 de platine correspondant à.	0,00051
Différence en plus.	0,00003

3e ANALYSE

	Gram.
Chlorhydrate d'ammoniaque.	0,026
Filtre desséché à 120°.	0,2525
Cendres et platine.	0,0484

D'où il faut déduire :

	Gram.		
Cendres.	0,00147		
Platine laissé par les réactifs. . . .	0,00092		
	0,00239	Reste	0,04601

RÉSULTATS DE L'ANALYSE

Gram.		
0,026	de chlorhydrate d'ammoniaque contiennent.	0,00832 AzH^3.
0,04601	de platine correspondant à.	0,00800
	Différence en moins.	0,00032

Ainsi, en opérant sur des précipités huit à dix fois plus forts que ceux de M. Frésénius, on n'a jamais pu doser l'ammoniaque à plus de 0gr,00007, et encore je ne tiens pas compte de la troisième analyse, qui présente un écart plus grand. Or, M. Frésénius n'ayant obtenu dans ses recherches que 0gr, 000041 et 0gr 000079 d'ammoniaque, c'est-à-dire les quantités inférieures ou à peine égales aux erreurs de son procédé, on ne peut tirer aucune conclusion de ses résultats. Si l'on rapproche la troisième analyse, qui m'a servi d'épreuve, des deux précédentes, on fait naître des objections bien plus graves encore contre le travail de M. Frésénius. En effet, si l'on considère la perte absolue à laquelle chaque analyse a donné lieu, on trouve que la seconde analyse est la meilleure, et la troisième la plus mauvaise; la première tient le milieu. Mais si l'on rapporte les pertes aux quantités d'ammoniaque correspondantes et prises par unité, on obtient des résultats bien différents : alors on trouve que la troisième analyse est la meilleure, et la première la plus mauvaise. Mais la troisième analyse, qui est la plus sûre, parce qu'elle a porté sur le poids le plus fort, ayant donné lieu à une perte absolue de 0gr,00032, les résultats les plus satisfaisants des deux premières, dans lesquelles les pertes ne s'élèvent qu'à 0gr,00011 et 0gr,00003, perdent singulièrement de leur certitude.

Le tableau suivant permet de comparer les trois analyses sous le double rapport des pertes absolues et des pertes rapportées à 100 d'ammoniaque.

On a pris 1 milligramme pour unité.

	Azll³	PERTE ABSOLUE	PERTE POUR 100 D'AMMONIAQUE
	Milig.	Milig.	Milig.
1re analyse.	0,961	0,108	11,2
2e analyse.	0,480	0,030	6,2
3e analyse.	8,320	0,320	3,8

Enfin, dans l'évaluation du volume d'air sur lequel il a opéré, M. Frésénius n'a pas tenu compte de la pression barométrique et de la température diurne. Il a pris une moyenne générale pour toute la durée de l'expérience. Il a négligé, de plus, la résistance que le laveur oppose au passage de l'air, et la diminution de volume qui en est la conséquence.

VI

A une époque plus récente, M. Is. Pierre a fait deux fois le dosage de l'ammoniaque de l'air par le procédé de M. Frésénius. Seulement, au lieu de coton cardé pour arrêter les poussières, il s'est servi de deux toiles métalliques superposées. La prise d'air avait lieu au moyen d'un tube de plomb placé à 3 mètres au-dessus du sol et à 4 mètres d'une maison habitée. Dans une première analyse, M. Is. Pierre a opéré sur 2720 litres d'air, et, d'après lui, il y aurait, dans 1 million de kilogrammes d'air, 3kil,500 d'ammoniaque. Dans une nouvelle expérience faite dans les

A, Aspirateur n° 3 = 1985^{lit},745 de capacité à 12°. P = 0^{m},760.

R, Robinet d'aspiration pour la rentrée de l'air.

T, Thermomètre marquant les dixièmes de degré.

R', Robinet pour faire échapper l'air lorsqu'on remplit l'aspirateur.

R'', Robinet pour empêcher la communication avec le manomètre pendant qu'on remplit l'aspirateur.

R''', Robinet de remplissage.

T', Tube de niveau pour indiquer la hauteur de l'eau dans l'aspirateur.

R^{iv} et R^{v}, Robinets pour intercepter la communication de l'intérieur de l'aspirateur avec le tube de niveau, en cas d'accident.

M, Manomètre pour mesurer la force élastique de l'air intérieur.

L, Lunette pour lire les divisions gravées sur la colonne du manomètre.

a, Éprouvette pour empêcher l'eau de la pluie de tomber dans le tube C.

b, Bouchon cannelé pour fixer l'éprouvette.

c, Tube d'appel.

d, Tube rempli de fils de verre, pour arrêter les poussières et les insectes.

e, Pince pour fixer les tubes de caoutchouc.

f, Premier laveur contenant de l'acide chlorhydrique faible.

g, Flacon contenant 30 grammes d'acide chlorhydrique concentré.

f', Deuxième laveur contenant une dissolution de bichlorure de platine.

g', Flacons contenant une dissolution alcaline pour arrêter les vapeurs acides.

mêmes conditions, mais en prenant l'air à 8 mètres au-dessus du sol, M. Is. Pierre n'a plus trouvé que 500 gr. d'ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air, c'est-à-dire sept fois moins. Aux observations que m'a suggérées l'étude du travail de M. Frésénius, et qui s'appliquent à celui de M. Is. Pierre, j'ajouterai que l'emploi d'un tube de métal pour appeler l'air me paraît regrettable, puisque l'oxydation d'un métal peut donner lieu à une production d'ammoniaque ; que le voisinage d'une maison habitée doit produire des émanations accidentelles capables d'altérer le résultat général de l'analyse ; enfin, si j'en juge par les poussières que l'air dépose sur une étendue de plusieurs centimètres, lorsqu'on le fait passer sur du coton cardé ou des fils de verre, il me semble difficile que deux toiles métalliques suffisent pour les arrêter complétement.

VII

Un des chimistes les plus célèbres de l'Angleterre vient de faire une expérience qui marquera dans l'histoire de l'ammoniaque de l'air. Voici en quoi elle consiste : On prend une cloche d'une grande capacité, on la jauge avec soin et on l'applique sur une glace dépolie ; puis, au moyen d'une bonne machine pneumatique, on renouvelle plusieurs fois l'air qu'elle contient. Avant d'entrer dans la cloche, l'air passe dans un tube rempli de fragments de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique : l'air est ainsi dépouillé de toute son ammoniaque. Alors on introduit dans l'intérieur de la cloche un papier rouge de tournesol. Ce papier conserve sa couleur rouge. On le retire, et l'on

dégage dans l'intérieur de la cloche la quantité d'ammoniaque que l'air devait contenir, d'après M. Frésénius, avant de passer sur la ponce imbibée d'acide sulfurique. Le papier de tournesol, introduit de nouveau dans la cloche, passe peu à peu au bleu. A l'air libre il garde sa couleur rouge. Il en résulte donc que l'air de la cloche contient plus d'ammoniaque que l'air extérieur, et que les résultats obtenus par M. Frésénius sont trop élevés. Dans une expérience, ce savant a trouvé 98 grammes d'ammoniaque (AzH^3) pour 1 million de kilogrammes d'air, et dans une autre expérience 169 grammes, ce qui fait en moyenne 133 grammes d'ammoniaque pour la même quantité d'air.

M. Graham, auquel la science est redevable de cette belle expérience, a bien voulu me la communiquer et me permettre de lui donner place ici *.

VIII

Lorsqu'il s'agit de déterminer un élément excessivement délicat, et peut-être variable, de la constitution de l'atmosphère, on doit s'efforcer d'opérer sur un volume d'air considérable, et au moyen d'appareils d'une extrême précision; car l'utilité d'une étude pareille doit résulter de la sûreté du procédé d'analyse qu'on y applique. beaucoup plus que des indications qu'on peut en obtenir dans une application locale et particulière. M. Gräger a opéré sur 1112 litres d'air, M. Kemp sur $376^{lit},27$, M. Frésénius sur $344^{lit},50$, et M. Is. Pierre tour à tour sur 2720 litres et sur 4000

(*) L'expérience de M. Graham est postérieure à mes recherches.

litres ; ces quantités sont trop faibles pour fournir des résultats qu'on puisse employer dans la discussion des questions agricoles. Pour mon compte, j'ai exécuté seize fois le dosage de l'ammoniaque de l'air, et j'ai opéré successivement sur 20, 30 et 55,000 litres d'air. Avant de rapporter les résultats que j'ai obtenus, je décrirai la méthode que j'ai suivie.

IX

L'appareil était placé au milieu d'un grand jardin, dans un pavillon isolé, à l'abri de toute émanation accidentelle. On puisait l'air à 8 ou 10 mètres au-dessus du sol, au moyen d'une série de tubes de verre reliés entre eux par des tubes de caoutchouc sur lesquels on roulait une lame de plomb, qu'on attachait aux deux bouts. L'extrémité extérieure du tube d'appel était surmontée d'une éprouvette renversée. Cette éprouvette était fixée sur le tube au moyen d'un bouchon cannelé ; l'air passait par les cannelures, et, dans aucun cas, l'eau de la pluie ne pouvait pénétrer dans l'intérieur du tube. De là l'air se rendait dans un tube rempli de coton cardé pour arrêter les poussières. On a remplacé plus tard le coton par de petits tampons de fils de verre. Lorsque l'expérience durait depuis plusieurs mois, le coton et les tampons de verre devenaient noirs sur une longueur de plusieurs centimètres. A l'entrée du tube on apercevait des myriades d'insectes.

Vu les grandes masses d'air sur lesquelles j'opérais, j'ai dû adopter une disposition nouvelle pour laver l'air et fixer l'ammoniaque. L'appareil se compose de deux laveurs et d'un flacon intermédiaire.

Chaque laveur est formé de dix tubes de verre effilés, par lesquels l'air passe dans les réactifs à l'état de bulles très-divisées. La figure 1 représente la coupe d'un laveur. Dans le premier laveur, on met de l'acide chlorhydrique étendu ; dans le flacon intermédiaire, qui a 3 litres de capacité, 20 grammes d'acide chlorhydrique concentré ; et dans le second laveur, une dissolution de bichlorure de platine. Ainsi l'air est successivement soumis à l'action mécanique d'un filtre de verre, à un premier lavage dans l'acide chlorhydrique étendu, puis mêlé à de l'acide chlorhydrique gazeux, et soumis à un dernier lavage dans une dissolution de bichlorure de platine. L'idée de mêler l'air à de l'acide chlorhydrique gazeux, au moyen du flacon interposé entre les deux laveurs, m'a été suggérée par M. Regnault. Je n'insiste ni sur la construction des laveurs, ni sur celle des aspirateurs : j'en présenterai une description détaillée dans un chapitre à part (*). Le dessin ci-contre permet de suivre toutes les phases de l'opération.

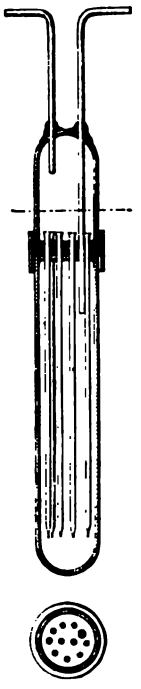


Fig. 1.

Lorsqu'il a passé dans l'appareil un volume d'air suffisant, il faut procéder à l'analyse des liqueurs. Pour cela, on les réunit dans un grand verre à expériences. On rince les deux laveurs et le flacon intermédiaire avec 100 grammes d'eau distillée. On réunit l'eau de lavage aux premières liqueurs, et l'on verse le tout sur un filtre qui a été préalablement lavé lui-même à l'acide chlorhydrique étendu.

(*) Voyez à l'Appendice, les pages 104 et 110.

On procède ensuite à la concentration des liqueurs dans un petit alambic de platine (*fig.* 2). On se sert, pour réfrigérant, d'une éprouvette graduée qui plonge dans un verre à précipité rempli d'eau froide ; de cette manière on sait toujours à peu près ce qui reste de liquide dans l'appareil.

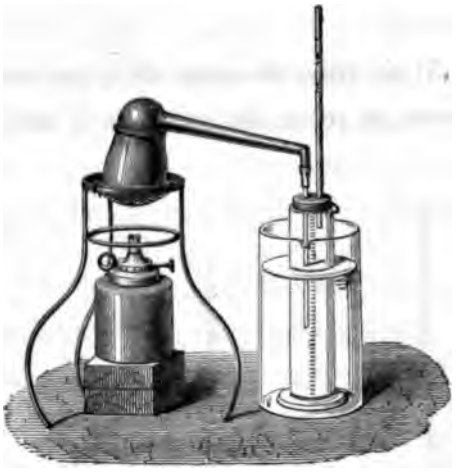


Fig. 2.

Lorsque cette quantité n'est plus que de 4 à 5 grammes, on arrête l'opération. On verse le liquide dans une petite capsule de platine, on lave la cucurbite de l'alambic avec 3 ou 4 centimètres cubes d'eau distillée, et l'on évapore le tout jusqu'à siccité. On met la capsule qui contient le liquide dans une autre capsule un peu plus grande. On chauffe à la vapeur d'eau au moyen d'une petite chaudière de cuivre ou de fer-blanc. En procédant avec tous les soins que j'indique, les réactifs évaporés seuls ne laissent jamais plus de 0,001 à 0,0015 de précipité. Lorsque le liquide est complétement évaporé, on reprend le produit de l'évaporation par 4 à 5 grammes d'alcool éthéré. Le bichlorure

de platine surabondant se dissout, et il ne reste finalement que le bichlorure ammoniacal.

En imprimant à la capsule un léger mouvement de rotation, tout le précipité se réunit au centre. On aspire alors le liquide et le précipité au moyen d'une pipette dont l'ouverture est un peu large, et l'on fait tomber le tout dans un petit entonnoir de verre disposé de la manière suivante :

Soit (*fig.* 3) un tube de verre effilé par un bout : A est une petite boule de coton du poids de 2 milligrammes au

Fig. 3.

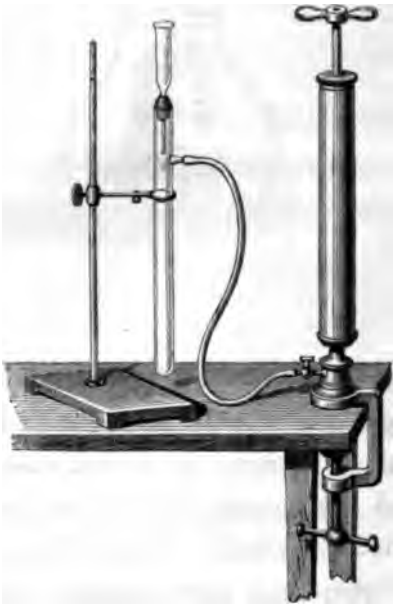


Fig. 4.

plus ; B, des fragments de verre dont les arêtes sont très-vives. Ces fragments sont assez gros pour occuper le diamètre de la pointe de l'entonnoir et se soutenir sans toucher le coton. C, les fragments sont plus fins et agissent

comme un véritable filtre. D, les fragments sont plus gros et forment une couche de 1/2 centimètre. La presque totalité du précipité est retenue par les gros fragments de verre D; les autres fragments, ainsi que le coton, font l'office de filtre. Avant de verser la liqueur dans l'entonnoir, il faut le remplir à moitié avec de l'alcool éthéré. Alors chaque molécule du précipité est tenue en suspension pendant un moment, et le dépôt se fait avec plus d'uniformité sur les morceaux de verre de la couche supérieure.

La filtration s'opère avec lenteur, mais avec régularité. Pour la filtration et le lavage de l'entonnoir, il faut en général une demi-journée. Il arrive quelquefois qu'une bulle d'air s'arrête dans le bec de l'entonnoir et empêche le liquide de couler. On obvie à cet inconvénient en aspirant doucement avec la pompe. C'est encore le moyen qu'on emploie, lorsque la filtration est terminée, pour faire tomber les dernières gouttes de liquide. L'inspection de la figure 4 indique la disposition de l'appareil. Avant de filtrer le liquide, on dessèche l'entonnoir à une température de 100°, en le plaçant dans un tube fermé par un bout, qu'on chauffe au bain d'huile. Après la filtration, l'entonnoir est desséché de nouveau à la même température.

En opérant comme je viens de le dire, on obtient des résultats d'une grande précision. On en jugera par les analyses suivantes :

Les réactifs composés de :

	Gram.
Acide chlorhydrique.	20,00
Dissolution de bichlorure de platine au 20°. . . .	5,00
Eau distillée.	100,00
laissent un précipité de.	0,0015

1re ANALYSE

		Gram.
Chlorhydrate d'ammoniaque ajouté.		0,011
Entonnoir et bichlorure ammoniacal..		5,0885

D'où il faut déduire :

	Gram.	
Entonnoir vide. . , ...	5,042	
Précipité laissé par les réactifs. .	0,0015	
	5,0435	
Bichlorure de platine ammoniacal..		0,045

RÉSULTATS DE L'ANALYSE

Gram.	
0,011 de chlorhydrate d'ammoniaque contiennent. .	0,00352 AzH^3.
0,045 de bichlorure de platine ammoniacal.	0,00346
Différence en moins.	0,00006

2e ANALYSE

		Gram.
Chlorhydrate d'ammoniaque ajouté.		0,0175
Entonnoir et bichlorure de platine ammoniacal. .		3,5445

D'où il faut déduire :

	Gram.	
Entonnoir vide..	3,4715	
Précipité laissé par les réactifs. . .	0,0015	
	3,4730	
Bichlorure ammoniacal..		0,0715

RÉSULTATS DE L'ANALYSE

Gram.	
0,0175 de chlorhydrate d'ammoniaque..	0,0056 AzH^3.
0,0715 de bichlorure de platine ammoniacal.	0,0055
Différence en moins.	0,0001

En effet, en opérant sur des poids connus de sel d'ammoniac, on trouve une différence moyenne de 0,00008 entre le résultat théorique et celui de l'analyse.

Si l'on rapporte les pertes aux quantités d'ammoniaque correspondantes et prises pour unité, comme nous l'avons fait pour la méthode de M. Frésénius, on obtient les résultats suivants :

	AsH^3	PERTE ABSOLUE	PERTE POUR 100 D'AMMONIAQUE
	Millig.	Millig.	Millig.
1re analyse. . . .	3,520	0,06	1,70
2e analyse. . . .	5,600	0,10	1,78

Avant de commencer l'application de cette méthode au dosage de l'ammoniaque de l'air, il me restait encore à déterminer : 1° si le filtre de verre destiné à arrêter les poussières n'arrêtait pas une partie de l'ammoniaque; 2° si les laveurs, au contraire, la fixaient en totalité.

Voici ce que l'expérience a répondu à ces deux questions :

En avant du filtre destiné à arrêter les poussières j'ai placé un tube U. Au point culminant de sa courbure extérieure j'ai soudé un tube droit que j'ai mis en communication avec un appareil à analyse organique. Lorsque le courant d'air était établi, on dégageait du tube à analyse organique une quantité connue d'ammoniaque. Naturellement ce gaz venait se mêler avec l'air dans le tube en U, et de là passait dans les laveurs. Si l'on retrouvait la totalité de l'ammoniaque qu'on avait dégagée, il est évident que les tampons de verre n'en avaient pas retenu, et que les laveurs, au contraire, l'avaient arrêtée complétement. Pour dégager l'ammoniaque, on décomposait un poids connu de sel ammoniac par la chaux sodée; à la fin de l'expérience,

on produisait un courant d'hydrogène en décomposant 1/2 gramme d'acide oxalique par le même moyen, et l'on balayait ainsi les dernières traces d'ammoniaque. Voici le résultat de cette nouvelle expérience :

AMMONIAQUE AJOUTÉE	AMMONIAQUE TROUVÉE	DIFFÉRENCE
0gr,00890	0gr,00886	0,00004

A partir de ce moment, j'ai commencé le dosage de l'ammoniaque de l'air*.

(*) NOUVELLE MÉTHODE POUR DOSER L'AMMONIAQUE DE L'AIR.

Trois points vont nous occuper. Je ferai connaître d'abord les moyens de rendre le procédé que je viens de décrire plus simple, plus expéditif et plus délicat ; je décrirai une méthode nouvelle entièrement différente ; je montrerai comment, en combinant ces deux méthodes, et tout en conservant à chacune les avantages qui lui sont propres, on peut se donner le bénéfice d'une vérification, ce qui a l'inestimable avantage de rendre le résultat définitif plus certain.

I. — La partie de l'appareil dans laquelle l'ammoniaque de l'air s'arrête, se compose de deux laveurs à pointes et d'un flacon intermédiaire dans lequel l'air se mêle à de l'acide chlorhydrique gazeux. L'emploi de ce flacon a des inconvénients : on a de la peine pour retirer l'acide qu'on y a mis. Par la même raison, un flacon est mal commode à laver. Un ballon d'une égale capacité est bien préférable : le liquide se rassemble au fond du ballon, d'où l'on peut le retirer au moyen d'une pipette. Les deux tubes courbés à angle droit qui mettent le ballon en communication avec les deux laveurs sont ajustés à l'émeri sur un bouchon de cristal, lequel s'adapte au ballon de la même manière.

Au lieu de diviser l'évaporation du liquide en deux temps (page 7), de la commencer dans un alambic de platine et de la terminer dans une capsule, je l'exécute en entier dans une capsule de porcelaine que l'on chauffe d'abord avec une lampe à esprit-de-vin, ou un petit bec de gaz, et qu'on place sur un petit bain d'eau lorsqu'il ne reste plus que 150 grammes de liquide.

On ne saurait prendre trop de précautions pour se mettre à l'abri des poussières et des émanations accidentelles d'ammoniaque. Le mieux est d'opérer dans un laboratoire isolé, bien clos, et où il ne s'exécute aucun autre travail.

Quant au moyen de filtration, il est excellent ; mais on peut sans inconvénient supprimer la couche C de verre fin (page 7), la filtration va beaucoup plus vite, et il y a économie de temps : en six heures on peut facilement faire un

Les volumes d'air sur lesquels j'ai opéré m'ont successivement fourni 0gr,00040, 0gr,00080, 0gr,00110, 0gr,00156 d'ammoniaque; les erreurs du procédé que j'appliquai à l'évaluation de ces quantités étaient de 0gr,00008.

En 1849 et en 1850, j'ai opéré dans le quartier de Vaugirard; la prise d'air avait lieu au milieu du jardin des Carmes (rue de Vaugirard), à plus de 100 mètres de toute habitation, et à 10 ou 12 mètres au-dessus du sol. D'après cette série d'analyses, 1 million de kilogrammes

---

dosage, y compris l'essai des réactifs. Voici les résultats de deux analyses faites par le procédé ainsi modifié, en opérant avec les réactifs indiqués page 8 :

	AMMONIAQUE AJOUTÉE	AMMONIAQUE TROUVÉE	DIFFÉRENCE
	Gram.	Gram.	Gram.
I.. . . .	0,00102	0,00106	+ 0,00004
II.. . . .	id.	0,00108	+ 0,00006

II. — Dans la méthode dont il me reste à parler, on ne change rien à l'appareil général décrit page 1, le flacon intermédiaire étant remplacé par un ballon; mais on change les réactifs, on supprime l'emploi du bichlorure de platine. Dans le premier laveur, on met 50 grammes d'eau distillée, additionnée de 5 grammes d'acide chlorhydrique; dans le ballon intermédiaire, 5 grammes du même acide, et dans le deuxième laveur 50 grammes d'eau distillée. Lorsqu'il a passé dans l'appareil un volume d'air suffisant, on réunit le liquide dans une capsule pouvant contenir 300 grammes, on lave l'appareil avec 25 grammes d'eau distillée qu'on verse également dans la capsule; on ajoute au liquide 50 centigrammes d'acide oxalique pur, et l'on évapore jusqu'à siccité au bain d'eau. Lorsque l'évaporation est complète, on détache le produit avec une carte de platine, ce qui ne présente aucune difficulté; on le mêle avec de la chaux sodée, on le brûle dans un tube à analyse organique, et l'on dose l'ammoniaque au moyen d'un acide titré. Ce procédé est excellent et très-expéditif; mais pour qu'il donne des résultats satisfaisants, il faut prendre un ensemble de précautions dans le détail desquelles je vais entrer.

III. — *Du tube.* On prend un tube de 20 centimètres de long, que l'on étire par un bout et auquel on laisse la grosseur d'un tuyau de plume. On lave le tube avec de l'acide nitrique, puis avec de l'eau, et enfin avec de l'alcool absolu pour lui enlever les traces de matière organique que la fumée des fours dépose sur le verre. On met au fond du tube une couche d'asbeste qu'on cal-

d'air contient 23gr,73 d'ammoniaque (AzH^3). Cette quantité oscille en 31gr,71 et 17gr,76.

En 1852, une nouvelle série de dosages faits à Grenelle

---

cine au moment de l'employer en le passant dans la flamme d'une lampe à alcool; sur cet asbeste, une couche de 4 centimètres de chaux sodée privée, par un tamisage, de la partie qui est en poussière; au-dessus de cette couche on en met une seconde, obtenue en mêlant dans la capsule même de la chaux sodée en poussière avec le produit de l'évaporation; puis on finit de remplir le tube avec de la chaux sodée en grains, au-dessus de laquelle on met un nouveau tampon d'asbeste calciné.

IV. — *De la combustion.* Pendant toute la durée de la combustion, on fait passer dans ce tube un courant d'hydrogène au moyen d'un gazomètre disposé à cet effet. On commence le dégagement d'hydrogène avant de chauffer le tube; en sortant du gazomètre, l'hydrogène passe sur de la ponce imbibée d'acide sulfurique, puis sur de la ponce imbibée de potasse.

V. — *De la liqueur alcaline pour les essais.* J'emploie comme liqueur d'essai une dissolution de borate de soude additionnée de quelques gouttes de potasse caustique. Lorsqu'on neutralise une liqueur acide rougie avec la teinture de tournesol, au moyen d'une dissolution de potasse ou de saccharate de chaux, au moment où tout l'acide est saturé, la liqueur passe au bleu, mais presque au même moment la couleur rouge reparaît. Il en résulte que si les dernières gouttes de la liqueur alcaline tombent plus lentement lorsqu'on fait le dosage que lorsqu'on a fait le premier essai de l'acide, on a chance de doser trop bas, parce que la nuance rouge se conserve plus longtemps. L'emploi de la dissolution de borax n'a pas cet inconvénient : après la saturation de l'acide, la liqueur conserve sa nuance violette. Cette nuance perd avec le temps un peu de son intensité; mais, une journée après la saturation de la liqueur, elle tranche très nettement sur la nuance rouge primitive.

VI. — *De la burette.* — Les burettes qu'on emploie laissent tomber de trop grosses gouttes. Pour remédier à cet inconvénient, il faut employer des liqueurs alcalines très-étendues; mais on éprouve toujours de l'incertitude lorsqu'on approche du point de saturation, pour savoir exactement le moment où il faut s'arrêter. Il est évident que si l'on pouvait répondre d'une demi-division ou d'une division de la burette, on pourrait employer des liquides plus concentrés. Pour obtenir ce résultat, voici comment je m'y prends : Je bouche complétement le bec de la burette avec de la cire à cacheter, puis je pratique au centre du bec un petit trou avec une aiguille que je chauffe légèrement. Une burette ainsi arrangée laisse tomber des gouttes perlées qui se détachent franchement : je m'arrange pour que quatre gouttes correspondent à une division de la bu-

(banlieue de Paris) a fourni en moyenne 21gr,01 d'ammoniaque, et comme termes extrêmes 27gr,26 et 16gr,52.

Le tableau suivant présente le résumé de toutes les analyses :

---

rette, ce qui permet d'employer des liqueurs alcalines dont le volume n'est que de 20 centimètres cubes pour 10 centimètres cubes de l'acide. 10 centimètres cubes de l'acide correspondent à 2 ou 3 milligrammes d'ammoniaque.

VII. — Lorsqu'on suit, pour doser l'ammoniaque de l'air, cette méthode qui n'est qu'une extension de celle que j'emploie depuis 1850 pour doser l'ammoniaque des eaux, il faut essayer les réactifs qu'on emploie, c'est-à-dire évaporer le mélange d'eau distillée d'acide chlorhydrique et d'acide oxalique qu'on a employé, et doser l'ammoniaque, qu'on soustrait ensuite de la quantité d'ammoniaque qu'on obtient dans l'analyse véritable. Voici deux exemples de ces sortes de dosage :

	AMMONIAQUE AJOUTÉE	AMMONIAQUE TROUVÉE	DIFFÉRENCE
	Gram.	Gram.	Gram.
I. . . .	0,00050	0,00049	— 0,00001
II. . . .	0,00102	0,00099	— 0,00003

VIII. — On voit que les deux méthodes que je viens de décrire sont susceptibles d'une grande précision. Mais un résultat a d'autant plus de valeur qu'il est soumis à un contrôle plus sévère. Aussi le mieux est-il de doser l'ammoniaque de l'air au moyen du bichlorure de platine, et de vérifier les résultats de l'analyse en décomposant le bichlorure dans un tube rempli de chaux sodée, et en se conformant aux prescriptions que j'ai indiquées. Comme le précipité de bichlorure de platine se trouve réuni dans le bec effilé d'un petit entonnoir, il suffit de couper le bec de l'entonnoir à l'aide d'un trait de lime, et de le mettre dans le centre du tube à combustion. Voici le résultat qu'on a obtenu en opérant ainsi sur le tube I du § 1 :

AMMONIAQUE AJOUTÉE	AMMONIAQUE DÉDUITE DU BICHLORURE DE PLATINE	AMMONIAQUE RETIRÉE DU BICHLORURE DE PLATINE	MOYENNE DES DEUX RÉSULTATS
0gr,00102	0gr,00106	0gr,00098	0gr,00102

Il est bien entendu que de l'ammoniaque retirée du bichlorure de platine il faut déduire l'ammoniaque contenue dans les réactifs. La quantité d'ammonique obtenue était 0gr,00121, et la quantité d'ammoniaque, contenue dans les réactifs, 0,00023.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL

DES DÉTERMINATIONS DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

(INTÉRIEUR DE PARIS)

DÉTERMINATION.	NUMÉROS.	POIDS DE L'AIR.	AMMONIAQUE TROUVÉE.	SESQUI-CARBONATE D'AMMONIAQUE	RAPPORT DE L'AMMONIAQUE A L'AIR.	RAPPORT DU SESQUICARBONATE D'AMMONIAQUE A L'AIR.
		Gram.	Gram.	Gram.		
1849	1	24457.720	0.0005591	0.0018641	0.000000022062	0.000000076280
»	2	24491.320	0.0006161	0.0021304	0.000000025156	0.000000086786
»	3	24875.200	0.0006161	0.0021304	0.000000024767	0.000000085643
»	4	21073.965	0.0005851	0.0013516	0.000000018316	0.000000063333
1850	5	24546.333	0.0006161	0.0021304	0.000000025306	0.000000087504
»	6	26014.850	0.0004621	0.0015975	0.000000017763	0.000000061407
»	7	24494.911	0.0004621	0.0015975	0.000000018865	0.000000065218
»	8	23196.400	0.0007517	0.0025302	0.000000031616	0.000000109330
»	9	22841.510	0.0006161	0.0021304	0.000000026975	0.000000093209
»	10	25669.338	0.0004236	0.0014647	0.000000017897	0.000000061882
»	11	26711.467	0.0008472	0.0029295	0.000000031717	0.000000109670
»	12	25287.606	0.0006161	0.0021304	0.000000024364	0.000000084247
(GRENELLE. — BANLIEUE DE PARIS.)						
1852	1	35879.457	0.0005930	0.0020506	0.000000016529	0.000000057155
»	2	34637.416	0.0006315	0.0021858	0.000000018233	0.000000063047
»	3	40955.720	0.0011168	0.0038617	0.000000027268	0.000000094289
»	4	69872.797	0.0015634	0.0054061	0.000000022376	0.000000077371

Pour la description des appareils, voyez à l'Appendice le chapitre intitulé CONSTRUCTION DES APPAREILS.

Les tableaux suivants contiennent les éléments analytiques de chaque détermination :

1re DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1849. Aspirateur N° 1 = 658lit,158 à 21° et P = 0m,760. (Intérieur de Paris.

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANÔM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juin. .	26	Mardi. . .	18.1	762.10—17.0	11.50	733.08—0	595.302
»	27	Mercredi..	16.0	763.90—16.0	10.50	737.91—0	602.197
»	28	Jeudi. . .	17.1	762.11—16.0	10.00	735.64—0	599.442
»	29	Vendredi .	17.0	765.15—16.5	12.00	734.74—0	598.916
»	30	Samedi. .	17.8	737.60—17.5	12.25	728.08—0	591.852
Juillet.	1	Dimanche.	15.6	765.15—14.5	10.25	739.93—0	606.078
»	2	Lundi. . .	14.7	762.35—13.0	9.50	738.82—0	607.066
»	3	Mardi. . .	16.6	763.30—18.0	10.50	736.55—0	601.225
»	4	Mercredi..	18.0	758.60—16.8	10.50	730.81—0	593.662
»	5	Jeudi. . .	17.1	759.10—17.0	12.00	730.51—0	595.263
»	6	Vendredi..	17.4	767.30—17.5	11.00	739.36—0	601.865
»	7	Samedi. .	20.2	764.60—21.5	11.25	733.11—0	591.054
»	8	Dimanche.	27.4	765.40—27.5	11.50	723.31—0	569.153
»	9	Lundi. . .	26.3	765.30—26.0	10.50	726.63—0	575.192
»	10	Mardi. . .	22.5	769.30—23.2	11.00	735.21—0	588.126
»	11	Mercredi..	21.2	768.80—21.0	12.00	735.49—0	590.953
»	12	Jeudi. . .	23.5	766.55—24.0	11.75	730.32—0	582.266
»	13	Vendredi..	22.9	764.35—23.5	11.50	729.21—0	582.536
»	14	Samedi. .	22.0	764.60—22.5	12.00	739.19—0	596.313
»	15	Dimanche.	21.6	763.15—22.0	11.00	730.26—0	585.953
»	16	Lundi. . .	23.6	762.40—24.0	9.50	728.32—0	581.787
»	17	Mardi. . .	22.3	761.50—23.8	10.50	728.08—0	584.165
»	18	Mercredi..	21.5	758.50—20.8	10.50	726.40—0	583.054
»	19	Jeudi. . .	19.2	756.25—19.5	10.50	726.85—0	588.000
»	20	Vendredi..	18.9	753.50—19.0	8.50	726.51—0	588.482
»	21	Samedi. .	17.0	761.60—17.0	12.00	733.11—0	597.588
»	22	Dimanche.	19.0	766.35—19.5	11.75	733.86—0	595.712
»	23	Lundi. . .	21.5	756.80—22.0	9.50	725.56—0	582.380
»	24	Mardi. . .	17.7	751.55—16.5	9.80	724.70—0	589.508
»	25	Mercredi..	26.3	753.30—16.5	11.50	726.03—0	573.396
»	26	Jeudi. . .	17.4	755.51—18.0	11.50	726.72—0	591.562
»	27	Vendredi..	19.3	763.30—19.5	11.50	726.56—0	587.580
							18893.426

Poids de l'air = 24437gr,72.

P' = 4gr,513 (*)

Résultat de l'analyse. . . . { P = 4gr,503 ; R = 0gr,003 } 4gr,506

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0gr,007

D'où ammoniaque. . . . . = 0gr,0005391.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque. . . = 0gr,0018641.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00000002206.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air.. . . . = 0,00000007628.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 22gr,06.

(*) P = le poids de l'entonnoir vide.
R = le poids du précipité laissé par les réactifs.
P' = le poids de l'entonnoir + celui du bichlorure de platine et d'ammoniaque + celui du précipité laissé par les réactifs.

2° DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1849. Aspirateur N° 1 = 658lit,158 à 21° et P = 0m,760. (Intérieur de Paris.)

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPÉR. inter. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Août. .	2	Jeudi. .	20.9	764.80—21.0	13.75	750.11—0	587.231
»	3	Vendredi..	19.6	761.40—20.8	13.00	729.01—0	588.956
»	4	Samedi. .	17.7	760.35—18.0	12 25	734.84—0	597.550
»	5	Dimanche.	17.8	757.05—18.5	14.00	725.72—0	589.954
»	6	Lundi. . .	19.2	763.70—20.0	14.00	730.71—0	591.138
»	7	Mardi. . .	20.8	764.95—22.0	10.25	733.75—0	590.360
»	8	Mercredi..	23.6	761.40—24.5	10.25	726.50—0	578.999
»	9	Jeudi. . .	21.1	756.55—21.8	11.50	723.79—0	581.751
»	10	Vendredi..	21.4	760.80—21.8	12.00	727.16—0	583.865
»	11	Samedi. .	23.6	762.50—24.8	13.00	725.81—0	578.449
»	12	Dimanche.	20.3	759.10—20.0	13.50	725.46—0	584.686
»	13	Lundi. . .	21.4	757.47—21.0	14.00	721.98—0	579.704
»	14	Mardi. . .	21.0	760.40—21.8	15.00	724.23—0	582.303
»	15	Mercredi..	21.0	763.80—22.0	14.00	728.61—0	585.824
»	16	Jeudi. . .	22.0	759.55—23.0	14.00	723.09—0	579.412
»	17	Vendredi..	20.5	761.40—21.0	15.00	725.89—0	584.633
»	18	Samedi. .	16.6	762.55—20.0	14.00	732.02—0	597.557
»	19	Dimanche.	16.0	765.45—17.0	7.50	742.53—0	607.213
»	20	Lundi. . .	19.0	772.15—19.5	10.50	742.38—0	600.992
»	21	Mardi. . .	16.1	771.60—16.5	9.00	747.59—0	612.702
»	22	Mercredi..	15.2	767.50—14.8	12.50	740.46—0	607.356
»	23	Jeudi. . .	21.5	765.00—22.0	8.50	734.97—0	590.335
»	24	Vendredi..	17.7	765.50—18.0	9.50	738.53—0	606.554
»	25	Samedi. .	17.6	765.80—18.8	10.50	738.03—0	600.354
»	26	Dimanche.	16.6	766.30—17.5	11.50	738.60—0	602.893
»	27	Lundi. . .	16.5	763.45—16.5	10.00	737.47—0	602.182
»	28	Mardi. . .	17.4	762.80—18.0	11.00	734.25—0	597.691
»	29	Mercredi..	17.9	762.45—18.8	7.00	737.89—0	599.620
»	30	Jeudi. . .	18.6	760.00—20.0	9.00	732.61—0	593.897
»	31	Vendredi..	18.7	758.80—19.0	14.00	726.45—0	588.702
Sept. .	1	Samedi. .	18.9	757.35—18.5	11.50	727.38—0	589.051
»	2	Dimanche.	21.6	758.70—22.0	10.50	726.55—0	582.816
							18938.694

Poids de l'air = 24491gr,32.

$P' = 3^{gr},939$

Résultat de l'analyse. . . . { P = 3gr,928 ; R = 0gr,003 } 3gr,931

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0gr,008

D'où ammoniaque. . . . . = 0gr,0006161

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque. . . = 0gr,0021304.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00000002515.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air.. . . . = 0,00000008679.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 25gr,15.

3e DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1849. Aspirateur N° 1 = 658lit,158 à 21° et P = 0m,760. (Intérieur de Paris.)

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P=760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Sept. .	3	Lundi. . .	18.4	761.20—18.0	13.50	729.77—0	592.002
»	4	Mardi. . .	17.0	764.65—17.0	10.50	737.65—0	601.288
»	5	Mercredi..	19.0	761.25—20.0	9.00	733.47—0	593.779
»	6	Jeudi. . .	18.6	760.65—18.5	8.00	734.46—0	595.397
»	7	Vendredi..	17.4	762.80—17.0	10.50	725.45—0	590.511
»	8	Samedi. .	17.5	764.45—17.0	10.75	736.74—0	599.511
»	9	Dimanche.	16.7	759.10—18.0	8.00	734.76—0	599.554
»	10	Lundi. . .	16.5	752.15—17.8	8.00	728.04—0	594.481
»	11	Mardi. . .	16.8	741.55—16.5	8.00	717.35—0	585.146
»	12	Mercredi..	14.5	743.00—14.0	11.00	718.05—0	590.394
»	13	Jeudi. . .	12.6	749.95—11.5	8.00	729.90—0	604.154
»	14	Vendredi..	14.0	768.05—14.0	10.75	743.68—0	612.552
»	15	Samedi. .	14.4	768.65—13.0	8.00	746.83—0	614.288
»	16	Dimanche.	15.8	765.60—17.5	12.00	739.10—0	604.978
»	17	Lundi. . .	14.6	766.10—14.0	11.50	740.51—0	608.666
»	18	Mardi. . .	15.8	769.55—15.5	12.00	742.27—0	607.575
»	19	Mercredi..	15.0	772.50—15.0	10.50	747.45—0	615.515
»	20	Jeudi. . .	13.5	770.55—13.0	7.50	750.07—0	619.329
»	21	Vendredi .	13.1	763.80—12.0	9.00	742.09—0	615.169
»	22	Samedi. .	12.5	762.65—12.0	9.00	741.38—0	613.872
»	23	Dimanche.	15.4	760.15—15.5	9.50	735.75—0	603.073
»	24	Lundi. . .	12.5	759.80—11.5	12.00	735.60—0	609.086
»	25	Mardi. . .	11.0	758.20—13.5	14.50	736.72—0	613.241
»	26	Mercredi..	14.5	756.65—13.5	14.50	731.71—0	601.642
»	27	Jeudi. . .	17.4	754.65—19.0	7.50	730.07—0	594.288
»	28	Vendredi .	15.8	760.10—16.5	12.00	732.75—0	599.780
»	29	Samedi. .	16.8	759.80—19.0	10.50	729.77—0	595.276
»	30	Dimanche.	16.4	748.00—17.5	11.50	720.52—0	588.545
Octobre	1	Lundi. . .	15.7	751.15—16.0	12.50	723.38—0	592.316
»	2	Mardi. . .	15.0	755.80—14.0	8.00	733.41—0	602.017
»	3	Mercredi..	15.5	754.55—16.0	11.50	722.99—0	592.408
»	4	Jeudi. . .	15.4	740.80—15.0	6.50	729.50—0	589.754
							19255.585

Poids de l'air = 24875gr,20.

P' = 4gr,3035

Résultat de l'analyse. . . . { P = 4gr,2925 ; R = 0gr,003 } 4gr,2955

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0gr,0080

D'où ammoniaque. . . . . = 0gr,0006161.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque. . . = 0gr,0021304.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000024767.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air.. . . . = 0,000000085643.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 24gr,767.

4° DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1850. Aspirateur N° 1 = 658^{lit},158 à 21° et P = 0^{m},760. (Intérieur de Paris.)

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée.	VOLUME A 0° P=760 millim
			°	°	mm	°	Lit.
Nov. . .	26	Lundi. . .	7.0	756.70— 8.0	15.50	752.74—0	618.658
»	27	Mardi. . .	4.0	765.50— 3.5	16.50	756.28—0	628.391
»	28	Mercredi .	6.0	765.10— 5 0	16.00	741.51—0	628.310
»	29	Jeudi. . .	6.6	764.15— 7.0	14.50	741.51—0	626.959
»	30	Vendredi .	4.0	760 00— 7.0	14.50	739.56—0	631.191
Déc. .	1	Samedi. .	5.7	765.00— 6 0	15.00	742.42—0	629.760
»	2	Dimanche.	6.5	758.50— 8.5	15.50	724.55—0	612.822
»	3	Lundi. . .	7.0	747.00— 7.5	15.00	725.61—0	610.949
»	4	Mardi. . .	5.9	747.85— 8.0	15.25	734.69—0	622.755
»	5	Mercredi..					
»	6	Jeudi. . .	6.7	749.6[illegible]—12.5	14.00	726.76—0	614.268
»	7	Vendredi..	4.5	746.20— 6.0	14.25	724.92—0	617.579
»	8	Samedi. .	6.5	744.00— 7.5	15.00	720.96—0	610.240
»	9	Dimanche.	5.5	747.70— 6 5	16.00	734.25—0	623.727
»	10	Lundi. . .	4.0	764.60— 4.0	15.50	742.52—0	633.717
»	11	Mardi. . .	4.5	765 00— 7.5	15.50	742.35—0	632.885
»	12	Mercredi .	4.2	757.70—10.5	13.00	737.25—0	628.765
»	13	Jeudi. . .	5·5	751.00— 7.5	17.00	726.34—0	616.566
»	14	Vendredi..	5.0	765.50— 5.5	16.00	742.30—0	631.246
»	15	Samedi. .	11.3	766.60—12.5	13.00	745.68—0	620.045
»	16	Dimanche	10.6	766.50—10 5	16.00	739.55—0	616.466
»	17	Lundi. . .					
»	18	Mardi. . .					
»	19	Mercredi..					
»	20	Jeudi. . .	9.4	767.80—11.0	14.50	743.14—0	622.096
»	21	Vendredi..	5.6	770.70— 8.5	16.50	746.34—0	633.313
»	22	Samedi. .	6.3	770.20— 7.0	14.00	748.49—0	633.541
»	23	Dimanche.	5 4	771.10— 5.5	11.50	752.10—0	638.659
»	24	Lundi. . .	4.0	770.80— 6 0	12.50	751.47—0	641.356
»	25	Mardi. . .	6.8	773.30— 8.5	14.00	750.86—0	634.411
							16258.673

Poids de l'air = 21073^{gr},963.

P' = 5^{gr},015

Résultat de l'analyse. . . . { P = 5^{gr},007 / R = 0^{gr},003 } 5^{gr},010

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0^{gr},005

D'où ammoniaque. . . . . = 0^{gr},0003851.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque, . . = 0^{gr},0013316.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000018316.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air. . . . = 0,000000062333.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 18^{gr},316.

5e DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1849-50. Aspirateur N° 1 = 658lit,158 à 21° et P = 0m,760. (Intérieur de Paris.)

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Déc.. .	26	Mercredi..	7.5	764.60—9.5	14.00	741.69—0	625.096
»	27	Jeudi. . .	6 2	747.00—8.0	16.00	722.95—0	612.144
»	28	Vendredi .	4.1	738.80—4.5	15.50	716.63—0	611.400
»	29	Samedi. .	3.5	751.80—4.0	11.50	735.93—0	627.521
»	30	Dimanche.	4.6	756.10—4.5	14.00	735 27—0	626.171
»	31	Lundi. . .	7.6	768.80—7.5	11.00	749.13—0	631.141
Jan. 1850	1	Mardi. . .	5.4	758.00—5.5	11.00	739.61—0	628.053
»	2	Mercredi .	5.6	766.30—7.5	15.00	743.57—0	630.962
»	3	Jeudi. . .					
»	4	Vendredi..	6.8	755.50—7.5	11.00	736.77—0	622.506
»	5	Samedi. .	6.8	749.70—8.0	10.00	732.11—0	618.568
»	6	Dimanche.	5.6	746.50—5.5	9.50	729.53—0	619.048
»	7	Lundi. . .	8.4	758.40—8.2	10.50	738.62—0	620.514
»	8	Mardi. . .	6.4	767.30—7.5	11.50	747.69—0	632.138
»	9	Mercredi..	6.0	765.80—6.0	12.50	745.57—0	631.750
»	10	Jeudi. . .	4.0	758.30—8.5	8.50	742.68—0	633.854
»	11	Vendredi .	5.0	755.20—6.0	11.00	736.94—0	626.688
»	12	Samedi. .	8.0	758.70—9.0	9.50	740.10—0	622.644
»	13	Dimanche.	5.2	759.30—5.0	15.00	737.08—0	626.356
»	14	Lundi. . .					
»	15	Mardi. . .	5.9	749.20—7.5	12.00	729.35—0	618.229
»	16	Mercredi..	6.0	745.35—8.0	12.50	724.90—0	614.236
»	17	Jeudi. . .	8.2	760.00—9.0	11.00	739.77—0	621.925
»	18	Vendredi .	6.0	760.50—8.0	10.50	742.03—0	628.751
»	19	Samedi. .	6.2	750.55—7.5	8.00	734.56—0	621.975
»	20	Dimanche.					
»	21	Lundi. . .	4.5	770.05—5.0	15.00	748.12—0	637.344
»	22	Mardi. . .	5.5	775.60—6.0	12.00	756.55—0	642.207
»	23	Mercredi..	2.0	775.30—6.0	11.00	758.26—0	651.865
»	24	Jeudi. . .	4.5	771.80—6.0	15.00	749.75—0	638.733
»	25	Vendredi .	3.5	765.05—7.0	10.00	748.30—0	639.8 8
»	26	Samedi. .	5.2	751.00—6.0	11.00	732.66—0	622.600
»	27	Dimanche.	4.8	774.50—5.0	12.50	754.93—0	642.400
							18826.625

Poids de l'air = 24346gr,333.

P' = 4gr,559

Résultat de l'analyse. . . . { P = 4gr,548 ; R = 0gr,005 } 4gr,551

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0gr,008

D'où ammoniaque. . . . . = 0gr,0006161.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque. . . = 0gr,0021304.

Rapport de l'ammoniaque à l'air . . . . . = 0,000000025306.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air.. . . . = 0,000000087504.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 25gr,306.

6° DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1850. Aspirateur N° 1 = 658lit,158 à 21° et P = 0m,760. (Intérieur de Paris.)

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Février.	21	Jeudi. . .	10.0	770.80—10.0	15.00	745.40—0	622.663
»	22	Vendredi..	10.0	770.80—10.0	15.50	746.90—0	625.916
»	23	Samedi. .	10.0	769.15—11.0	24.00	734.64—0	615.675
»	24	Dimanche.	10.3	768.48—11.0	16.00	741.77—0	618.973
»	25	Lundi. . .					
»	26	Mardi. . .	7.0	772.30— 7.0	11.00	752.95—0	635.721
»	27	Mercredi..	5.5	767.50— 5.0	14.00	746.15—0	633.362
»	28	Jeudi. . .	4.0	765.35— 8.0	16.50	739.85—0	631.439
Mars. .	1	Vendredi..	6.5	770.05— 6.5	16.50	745.51—0	630.568
»	2	Samedi. .	6.5	769.30— 7.0	12.50	748.70—0	633.265
»	3	Dimanche.	6.9	760.40— 8.5	14.00	737.92—0	625.254
»	4	Lundi. . .	7.0	758.15— 8.0	11.50	738.19—0	625.259
»	5	Mardi. . .	5.5	775.10— 6.0	15.25	752.35—0	638.642
»	6	Mercredi..	7.1	776.20— 9.0	12.50	755.10—0	637.308
»	7	Jeudi. . .	8.0	773.85—11.0	11.00	753.42—0	633.850
»	8	Vendredi..	8.2	770.40—10.0	14.00	747.04—0	628.035
»	9	Samedi. .	11.0	764.15—11.5	14.00	738.95—0	615.131
»	10	Dimanche.	7.6	776.56— 7.0	14.00	754.04—0	635.959
»	11	Lundi. . .	5.6	770.20— 6.5	12.00	750.59—0	636.919
»	12	Mardi. . .	7.4	773.80— 8.0	12.50	752.61—0	634.526
»	13	Mercredi .	7.6	773.55— 9.5	14.00	750.57—0	632.354
»	14	Jeudi. . .	8.0	770.78— 8.5	12.50	749.21—0	630.508
»	15	Vendredi..	6.1	768.45— 6.5	14.00	746.60—0	632.396
»	16	Samedi. .	6.2	764.65— 7.0	12.50	744.20—0	630.137
»	17	Dimanche.					
»	18	Lundi. . .	4.0	765.60— 4.5	15.00	745.96—0	634.946
»	19	Mardi. . .	5.0	762.50— 6.0	12.50	742.74—0	631.621
»	20	Mercredi .	5.5	764.85— 7.0	12.00	745.32—0	633.130
»	21	Jeudi. . .	6.2	763.55— 7.0	13.00	742.61—0	628.791
»	22	Vendredi .	6.7	763.30— 7.0	14.00	741.11—0	626.397
»	23	Samedi. .	4.8	748.30— 5.0	15.00	728.25—0	619.755
»	24	Dimanche.	3.8	739.55— 4.5	13.50	719.51—0	614.524
»	25	Lundi. . .	4.8	734.90— 5.0	14.00	733.85—0	624.511
»	26	Mardi. . .	4.0	755.80— 3.8	14.00	735.25—0	627.512
							20116.844

Poids de l'air = 26014gr,830.

P' = 4gr,580

Résultat de l'analyse. . . . { P = 4gr,571 ; R = 0gr,003 } 4gr,574

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0gr,006

D'où ammoniaque. . . . . = 0gr,0004621.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque. . . = 0gr,0015975.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000017765.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000061407.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 17gr,765.

7° DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1850. Aspirateur N° 1 = 658^{lit},158 à 21° et P = 0^{m},760. (Intérieur de Paris.)

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Avril. .	16	Mardi. . .	14.0	750.55—14.0	12.50	724.46—0	596.721
»	17	Mercredi..	12.7	755.80—13.5	12.00	731.22—0	605.035
»	18	Jeudi. . .	11.8	762.05—12.5	10.00	740.20—0	614.404
»	19	Vendredi..	16.0	765.60—16.5	12.00	738.04—0	603.692
»	20	Samedi. .	14.5	753.55—14.5	9.50	730.00—0	600.242
»	21	Dimanche.	14.9	751.80—14.0	11.00	726.50—0	596.527
»	22	Lundi. . .	11.5	759.05—12.0	12.50	734.97—0	610.707
»	23	Mardi. . .	11.4	760.80—13.0	9.50	739.66—0	614.821
»	24	Mercredi..	11.9	764.00—11.0	12.50	739.76—0	613.823
»	25	Jeudi. . .	11.2	763.30—13.0	10.00	741.79—0	617.026
»	26	Vendredi..	11.3	759.30—13.0	12.00	735.73—0	611.755
»	27	Samedi. .	11.8	760.35—13.0	11.00	737.45—0	612.121
»	28	Dimanche.	11.3	763.13—12.0	12.00	739.67—0	615.044
»	29	Lundi. . .	11.4	765.60—12.0	10.50	743.57—0	618.071
»	30	Mardi. . .	9.2	762.40—12.0	10.50	741.74—0	621.365
Mai.. .	1	Mercredi .	9.0	762.31—10.0	12.00	740.51—0	620.775
»	2	Jeudi. . .	7.7	763.80— 8.0	12.00	742.96—0	625.719
»	3	Vendredi .	10.8	767.55—13.5	12.00	744.29—0	619.979
»	4	Samedi. .	13.2	760.80—13.0	11.00	736.85—0	608.626
»	5	Dimanche.	12.0	752.00—13.0	13.00	726.98—0	603.006
»	6	Lundi. . .	12.0	746.60—12.0	13.50	726.98—0	603.006
»	7	Mardi. . .	11.4	748.52—13.0	12.00	724.91—0	602.560
»	8	Mercredi..	9.8	752.48—11.5	11.50	730.55—0	610.690
»	9	Jeudi. . .	11.6	759.30—13.0	12.50	735.03—0	610.542
»	10	Vendredi .	11.5	762.80—12.0	10.00	741.22—0	615.901
»	11	Samedi. .	10.5	760.80—13.5	11.00	738.68—0	615.959
»	12	Dimanche.	15.3	762.30—17.0	11.50	735.78—0	603.307
»	13	Lundi. . .	10.7	748.50—12.5	13.00	724.40—0	603.625
»	14	Mardi. . .	10.8	762.80—12.0	10.00	741.67—0	617.797
»	15	Mercredi..	10.0	748.50—12.0	11.00	726.90—0	607.209
»	16	Jeudi. . .	12.0	756.20—14.0	11.50	731.10—0	606.424
							18941.509

Poids de l'air = **24494^{gr},911.**

P' = 3^{gr},521

Résultat de l'analyse. . . . { P = 3^{gr},512 ; R = 0^{gr},003 } 3^{gr},515

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0^{gr},006

D'où ammoniaque. . . . . = 0^{gr},0004621.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque. . . = 0^{gr},0015975.

Rapport de l'ammoniaque à l'air.. . . . . = 0,000000018865.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air.. . . . = 0,000000065218.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 18^{gr},865.

8° DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1850. Aspirateur N° 1 = 658^{lit},158, à 21° et P = 0^{m},760. (Intérieur de Paris.)

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. inter. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P=760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Mai. . .	17	Vendredi.	13.8	758.40—15.0	12.50	752.46—0	605.752
»	18	Samedi. .	13.0	759.55—15.0	14.00	752.57—0	605.514
»	19	Dimanche.	10.8	758.55—12.5	13.00	754.37—0	611.716
»	20	Lundi. . .	15.0	755.80—12.5	13.00	729.31—0	598.626
»	21	Mardi. . .	16.5	751.55—18.0	12.00	723.40—0	590.693
»	22	Mercredi.	15.5	750.00—11.5	11.50	723.54—0	592.449
»	23	Jeudi. . .	18.3	751.55—19.0	11.50	722.12—0	585.998
»	24	Vendredi..	12.0	750.80—15.5	12.50	725.98—0	602.177
»	25	Samedi. .	15.4	750.48—17.0	12.00	723.41—0	592.958
»	26	Dimanche.	15.5	756.50—17.0	13.00	728.11—0	596.604
»	27	Lundi. . .	13.0	757.30—15.5	12.50	731.76—0	604.845
»	28	Mardi. . .	16.8	764 80—16.0	12.00	736.60—0	600.848
»	29	Mercredi..	15.8	765.50—16.0	10.00	737.98—0	604.062
»	30	Jeudi. . .	18.5	760.75—20.5	12.00	730.40—0	592.310
»	31	Vendredi.	20.9	762.70—22 5	11.50	730.08—0	587.207
Juin. .	1	Samedi. .	20.0	767.30—20.0	11.50	735.95—0	593.749
»	2	Dimanche.	19.8	768.70—20.0	14.00	735.05—0	593.429
»	3	Lundi. . .	20.5	767.10—23.5	11.50	734.77—0	591.795
»	4	Mardi. . .					
»	5	Mercredi..	19.0	762.70—20.0	11.50	732.21—0	592.759
»	6	Jeudi. . .	18.5	757.00—18.5	12.00	726.92—0	589.487
»	7	Vendredi.	18.4	759.30—19.0	12.00	729.24—0	591.572
»	8	Samedi. .	16.5	761.40—17.0	9.00	736.36—0	601.276
»	9	Dimanche.	14.2	768 80—15.0	10.50	744.39—0	612.709
»	10	Lundi. . .	20.5	765.30—22.0	11.50	731.18—0	588.894
»	11	Mardi. . .	20.5	762.50—22.0	11.50	730.38—0	588.250
»	12	Mercredi.	21.5	760.55—23.5	12.00	726.62—0	585.251
»	13	Jeudi. . .	18.7	757.40—17.0	12.50	726.79—0	588.977
»	14	Vendredi.	16.0	759.60—18.0	10.10	735.88—0	600.289
»	15	Samedi .	15.2	752.50—16.0	10.50	727 21—0	596 487
»	16	Dimanche.	11.6	762.30—12.0	12.00	738.50—0	615.499
							17896.142

Poids de l'air = 23196^{gr},400.

P' = 5^{gr},6970

Résultat de l'analyse. . . . { P = 5^{gr},6845 / R = 0^{gr},0030 } 5^{gr},6875

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0^{gr},0095

D'où ammoniaque. . . . . = 0^{gr},0007517.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque. . . = 0^{gr},0025302.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000031616.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air. . . . = 0,00000010933.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . . = 31^{gr},616.

9° DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1850. Aspirateur N° 1 = 658^{lit},158 à 21° et P = 0^{m},760. (Intérieur de Paris.)

MOIS	DAT. S	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juin. .	17	Lundi. . .	16.0	762.80—16.5	11.00	736.26—0	602.256
»	18	Mardi. . .	17.0	769.80—19.0	12.00	741.04—0	604.052
»	19	Mercredi..	19.0	771.15—20.0	12.00	740.13—0	598.759
»	20	Jeudi. . .	17 5	768.70—19.0	13.50	737.97—0	600.512
»	21	Vendredi .	20.0	766.00—22.5	12.00	733.85—0	592.055
»	22	Samedi. .	20.2	768.30—21.5	13.50	734.54—0	592.234
»	23	Dimanche.	23.0	768.80—24.0	12.50	732.46—0	584.954
»	24	Lundi. . .	24.6	767.05—26.0	10 00	730.85—0	580.495
»	25	Mardi. . .	24.6	764.30—24.0	13·50	725.67—0	577.557
»	26	Mercredi..	26.6	738.20—28.0	11.50	718.31—0	567.869
»	27	Jeudi. . .	25 0	760.30—26.0	11.00	722.58—0	573.164
»	28	Vendredi .	24.0	757.55—24.0	8.00	724.45—0	576.586
»	29	Samedi. .	19.8	759.60—20.0	8.00	731.95—0	590.926
»	30	Dimanche.	18.5	765.30—20.0	13.00	734.00—0	595.229
Juillet .	1	Lundi. . .					
»	2	Mardi. . .	18.9	762.70—19.0	7.50	736.64—0	596 549
»	3	Mercredi..	19.5	764.30—20.0	12.00	732.98—0	591.266
»	4	Jeudi. . .	21.5	762.55—23.0	6.50	734.17—0	589.291
»	5	Vendredi..	20.2	766.55—20.0	10.00	736.38—0	593.691
»	6	Samedi. .	19.5	766.50—20.0	8.50	738.48—0	595.703
»	7	Dimanche.	20.0	755.50—20.5	10.00	725.63—0	585.423
»	8	Lundi. . .	18.5	766.09—19.0	10.00	737 61—0	598.157
»	9	Mardi. . .	17.5	762.95—18.0	10.00	735.86—0	598.796
»	10	Mercredi .	16.2	764.12—19.0	13.00	715.09—0	584.514
»	11	Jeudi. . .	16.0	764.50—18.0	10.50	738.27—0	603.870
»	12	Vendredi .	18.9	764.50—19.0	9.00	736.94—0	596.793
»	13	Samedi. .	16.5	761.30—17.0	7.50	737.75—0	602.411
»	14	Dimanche.	22.0	762.30—23.5	10 00	729 77—0	584.765
»	15	Lundi. . .	26.0	760.30—27.0	11.00	721.02—0	570.010
»	16	Mardi. . .	26.5	760.55—27.0	11.00	720.52—0	568.663
»	17	Mercredi .	25.6	756.00—26.5	11.50	715.55—0	566.445
							17662.965

Poids de l'air = 22841^{gr},510

P' = 5^{gr},3115

Résultat de l'analyse. . . . { P = 5^{gr},3005 ; R = 0^{gr},0030 } 5^{gr},3055

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0^{gr},0080

D'où ammoniaque. . . . . = 0^{gr},0006161.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque. . = 0^{gr},0021504.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000026973.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air. . . . = 0,000000093269.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 26^{gr},973.

10° DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1850. Aspirateur N° 1 = 658lit,158 à 21° et P = 0m,760. (Intérieur de Paris.)

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. inter. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juillet..	18	Jeudi. . .	21.2	760.00—21.5	10.00	728.65—0	585.417
»	19	Vendredi..	21.0	763.00—21.5	10.50	731.39—0	588.060
»	20	Samedi. .	20.0	760.50—21.0	12.00	728.55—0	587.618
»	21	Dimanche.	19.9	761.50—21.5	10.50	729 11—0	588.432
»	22	Lundi. . .	23.0	761.00—24.0	10.00	727.28—0	580.797
»	23	Mardi. . .	21.0	759.50—22.5	14.00	724.06—0	582.166
»	24	Mercredi..	20.0	762.50—19.5	10.00	732.53—0	590.990
»	25	Jeudi. . .	18.4	760.55—18.5	10.00	732.55—0	594.257
»	26	Vendredi..	18.7	757.55—19.0	11.00	728.20—0	590.120
»	27	Samedi. .	20.0	759.50—20.1	10.00	729.58—0	588.449
»	28	Dimanche.	15.5	757.00—15.0	10.00	732.07—0	599.848
»	29	Lundi. . .	19.0	761.05—19.0	10.00	732.58—0	592.896
»	30	Mardi. . .	18.0	764.50—19.0	11.00	735.81—0	597.724
»	31	Mercredi..	17.6	765.70—17.0	14.00	734.64—0	597.596
Août. .	1	Jeudi. . .	20.0	765.00—22.0	14.00	730.91—0	589.685
»	2	Vendredi..	20.0	764.65—21.5	12.00	732.50—0	589.352
»	3	Samedi. .	19.5	765.10—21.0	12.00	733.65—0	592.907
»	4	Dimanche.	20.2	762.75—22.0	12.00	730.45—0	588.909
»	5	Lundi. . .	19.0	759.70—20.0	15.00	725.91—0	587.659
»	6	Mardi. . .	21.8	754.10—21.0	16.00	716.01—0	574.129
»	7	Mercredi..	17.8	762.00—19.0	12.50	732.01—0	595.047
»	8	Jeudi. . .	18.7	761.10—20.0	12.00	730.61—0	592.073
»	9	Vendredi .	18.7	762.00—20.0	11.50	732.01—0	593.207
»	10	Samedi. .	19.7	763.10—20.0	10.00	733.57—0	592 437
»	11	Dimanche.	18.8	762.00 17.5	11.00	732.71—0	593.571
»	12	Lundi. . .	20.1	755.80—21.0	12.00	723.76—0	583.715
»	13	Mardi. . .	18.0	757.50—19.0	12.00	727.61—0	591.063
»	14	Mercredi .	18.0	757.00—18.0	12.00	727.46—0	590.941
»	15	Jeudi. . .	17.5	762.30—17.5	14.00	731 28—0	595.068
»	16	Vendredi..	16.8	759.00—18.0	12.00	720.57—0	587.772
»	17	Samedi. .	15.8	764.00—17.5	14.00	734.49—0	601.205
							18303.108

Poids de l'air = 23669gr,338

P' = 3gr,4465

Résultat de l'analyse. . . . { P = 3gr,438 / R = 0gr,005 } 3gr,4410

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0gr,0055

D'où ammoniaque. . . . . = 0gr,0004236.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque. . = 0gr,0014647.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000017897.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air. . . . = 0,000000061882.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 17gr,897.

11° DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1850. Aspirateur N° 1 = 658^{lit},158 à 21° et P = 0^{m},760. (Intérieur de Paris.)

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Août. .	18	Dimanche.	17.3	764.20—17.0	9.00	734.42—0	598.036
»	19	Lundi. . .	16.3	760.15—17.0	9.00	735.28—0	600.809
»	20	Mardi. . .	18.0	759.30—17.5	10.00	731.81—0	594.474
»	21	Mercredi..	15.2	754.50—15.0	12.00	727.81—0	596.979
»	22	Jeudi. . .	14.6	760.55—14.5	10.00	736.40—0	605.288
»	23	Vendredi .	16.5	763.65—17.0	12.00	735.59—0	600.647
»	24	Samedi. .	14.0	763.20—16.0	14.00	735.34—0	605.672
»	25	Dimanche.	19.7	767.20—20.0	12.00	740.59—0	593.106
»	26	Lundi. . .	15.8	764.55—15.5	12.00	737.28—0	603.489
»	27	Mardi. . .	15.0	769.35—15.5	10.00	744 74—0	611.291
»	28	Mercredi .	18.5	765.30—20.0	20.00	727.00—0	589.552
»	29	Jeudi. . .	14.2	760.50—15.7	12.00	734.53—0	604.593
»	30	Vendredi .	13.0	767.10—13.0	12.50	741.84—0	613.177
»	31	Samedi. .	14.1	769.20—15.0	10.50	744.87—0	613.318
Sept. .	1	Dimanche.	15.0	772.50—15.5	10.50	747.38—0	613.458
»	2	Lundi. . .	12.0	772.55—11.0	10.50	750.73—0	622.706
»	3	Mardi. . .	16.5	768.30—17.0	10.50	742.23—0	606.069
»	4	Mercredi..	15.0	762.00—15.5	10.00	737.41—0	605.275
»	5	Jeudi. . .	14.0	758.20—15.0	10.00	734.47—0	604.966
»	6	Vendredi .	14.2	768.15—15.0	10.50	743.74—0	612.174
»	7	Samedi. .					
»	8	Dimanche.	11.5	770.00—13.0	11.00	747.28—0	620.936
»	9	Lundi. . .	11.2	770.00—11.0	10.00	748.72—0	622.790
»	10	Mardi. . .	11.5	769.20—13.0	11.50	745.98—0	619.856
»	11	Mercredi..	11.5	768.20—11.0	10.00	746.72—0	620.471
»	12	Jeudi. . .	14.0	766.55—15.0	12.00	740.80—0	610.180
»	13	Vendredi .	14.0	763.20—15.0	12.50	736.96—0	607.017
»	14	Samedi. .	13.7	763.00—14.0	12.00	737.61—0	608.189
»	15	Dimanche.	12.0	764.25—14.0	11.50	740.58—0	614.287
»	16	Lundi. . .	14.0	765.20—14.7	10.00	741.49—0	610.748
»	17	Mardi. . .	14.9	765.00—15.4	12.00	738.08—0	606.036
»	18	Mercredi .	13.3	762.00—13.4	14.00	734.78—0	606.704
»	19	Jeudi. . .	12.0	758 00—10.5	14.00	732.25—0	607.378
»	20	Vendredi .	12.4	752.80—11.5	13.00	727.67—0	602.731
»	21	Samedi. .	14.0	758.10—16.0	12.00	732.25—0	603.137
							20655.539

Poids de l'air = 26711^{gr},467

P' = 4^{gr},0985

Résultat de l'analyse. . . . { P = 4^{gr},0845 / R = 0^{gr},0030 } 4^{gr},0875

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0^{gr},0110

D'où ammoniaque. . . . . = 0^{gr},0008472.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque. . = 0^{gr},0029295.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000051717.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air. . . . = 0,000000010967.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 31^{gr},717.

12° DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1850. Aspirateur N° 1 = 658^{lit},158 à 21° et P = 0^{m},760. (Intérieur de Paris.)

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. inter. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Sept. .	22	Dimanche.	17.0	762.55—19.0	13.00	733.81—0	598.150
»	23	Lundi. . .	13.7	758.15—16.0	16.00	728.53—0	600.702
»	24	Mardi. . .	14.7	756.00—17.0	13.50	727.98—0	598.159
»	25	Mercredi..	15.2	759.20—17.0	10.50	733.76—0	601.860
»	26	Jeudi. . .	14.0	761.30—14.0	15.00	732.68—0	603.492
»	27	Vendredi .	14.5	762.05—13.0	10.50	737.60—0	606.486
»	28	Samedi. .	14.5	759.55—16.0	12.00	733.07—0	602.761
»	29	Dimanche.	11.9	762.30—12.0	14.00	736.44—0	611.068
»	30	Lundi. . .	14.0	755.00—15.5	12.00	729.22—0	600.642
Octobre	1	Mardi. . .	12.5	751.10—13.5	15.00	723.66—0	599.199
»	2	Mercredi..	12.2	755.50—12.0	11.50	731.95—0	606.702
»	3	Jeudi. . .	11.5	759.80—12.0	10.50	737.72—0	612.992
»	4	Vendredi .	11.5	759.20—12.0	14.50	733.12—0	609.170
»	5	Samedi. .	12.5	757.20—13.0	14.00	730.80—0	605.111
»	6	Dimanche.	10.5	759.20—12.0	13.50	735.01—0	613.760
»	7	Lundi. . .	12.5	755.20—15.0	14.00	728.92—0	604.616
»	8	Mardi. . .	13.0	757.15—14.5	14.00	730.23—0	603.571
»	9	Mercredi..	12.5	761.30—13.5	14.00	734.84—0	608.456
»	10	Jeudi. . .	11.0	761.35—11.0	14.00	736.22—0	612.825
»	11	Vendredi .	10.0	758.25—11.5	12.00	735.68—0	614.543
»	12	Samedi. .	8.0	768.50— 9.0	14.00	745.38—0	627.086
»	13	Dimanche.	7.5	770.10—10.0	15.00	746.12—0	628.829
»	14	Lundi. . .	10.0	762.00—12.0	14.00	737.38—0	615.963
»	15	Mardi. . .	9.0	764.30—10.5	13.00	741.44—0	621.555
»	16	Mercredi..	10.0	766.20—10.5	13.50	742.25—0	620.031
»	17	Jeudi. . .	8.2	765.00— 8.0	12.00	743.90—0	625.395
»	18	Vendredi .	10.1	767.00—10.5	13.00	743.48—0	620.839
»	19	Samedi. .	9.2	763.20—10.5	14.00	739.23—0	619.262
»	20	Dimanche.	10.2	760.55—10.5	14.00	735.86—0	614.258
»	21	Lundi. . .	10.0	756.15—10.5	14.00	731.72—0	611.235
»	22	Mardi. . .	7.0	752.30— 6.5	13.00	731.02—0	617.205
»	23	Mercredi..	5 0	747.00— 5.0	12.50	727.37—0	618.550
							19554.482

Poids de l'air = 25287^{gr},606

P' = 4^{gr},951

Résultat de l'analyse. . . . { P = 4^{gr},920 / R = 0^{gr},003 } 4^{gr},923

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0^{gr},008

D'où ammoniaque. . . . . = 0^{gr},0006161.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque. . = 0^{gr},0021304.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000024364.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air. . . . = 0,000000087247.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 24^{gr},364.

13e DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR*

1852. Aspirateur N° 1 = 1985lit,745 à 21° et P = 0m,760. (Extérieur de Paris.)

MOIS.	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P=760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Février.	29	Dimanche.	9.3	752.65—4.0	20.00	723 592—0	1828.218
Mars. .	1	Lundi. . .	7.1	757.61—4.5	30.00	719.510—0	1832.210
»	2	Mardi. . .					
»	3	Mercredi..	9.3	756.35—4.0	25.00	722.117—0	1824 490
»	4	Jeudi. . .	4.0	766.87—1.0	34.00	726.650—0	1871.140
»	5	Vendredi .	2.0	774.15—1.8	56.00	712.625—0	1848.395
»	6	Samedi. .	2.0	775.31—1.0	7.00	762.885—0	1978.740
»	7	Dimanche.	3.0	774.39—2.0	66.00	702.458—0	1815.411
»	8	Lundi. . .	4.0	769.78—3.5	50.00	713.252—0	1836.631
»	9	Mardi. . .	4.5	767.41—4.0	36.00	725.603—0	1865.070
»	10	Mercredi..	6.0	766.79—5.0	32.50	726.670—0	1858.203
»	11	Jeudi. . .	5.0	764.81—4.5	34.50	723.226—0	1855.611
»	12	Vendredi .	5.0	763.65—4.0	30.00	726.626—0	1864.334
»	13	Samedi. .	6.0	766.45—4.5	50.00	702.904—0	1796.983
»	14	Dimanche.	1.0	767.45—0.5	50.00	712.447—0	1854.690
»	15	Lundi. . .	3.0	768.05—1.0	60.00	702.241—0	1814.850
							27744.996

Poids de l'air = 35879gr,457

P' = 5gr.2967

Résultat de l'analyse. . . . { P = 5gr,288 / R = 0gr,001 } 5gr,2890

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0gr,0077

D'où ammoniaque. . . . . = 0gr,00059304.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque . . = 0gr,0020506.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000016520.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air. . . . = 0,000000057153.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 16gr,529.

---

* Jusqu'à la 12e détermination, on s'est servi d'une cornue de verre pour évaporer les liqueurs de l'analyse; à partir de la 13e, on s'est servi d'une cornue de platine.

14e DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1852. Aspirateur N° 3 = 1985lit,745 à 12° et P = 0m,760. (Extérieur de Paris.)

MOIS.	DATES.	JOURS	TEMPÉR. inter. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Mars. .	16	Mardi. . .	6.2	766.65— 5.8	37.00	721.84—0	1844.090
»	17	Mercredi..	7.1	765.90— 6.8	33.00	724.61—0	1845.202
»	18	Jeudi. . .	4.0	763.75— 2.0	62.00	695.41—0	1790.690
»	19	Vendredi .	4.1	760.95— 3.5	70.00	684.38—0	1761.660
»	20	Samedi. .	15.0	764.00—14.5	27.00	723.53—0	1791.809
»	21	Dimanche.	14.0	764.87—11.0	31.00	720.61—0	1790.824
»	22	Lundi. . .	13.0	765.27—10.5	35.00	718.82—0	1792.721
»	23	Mardi. . .	18.0	760.41—16.5	18.00	725.04—0	1777.022
»	24	Mercredi..					
»	25	Jeudi. . .					
»	26	Vendredi .	10.0	753.65— 8.8	20.00	723.42—0	1823.262
»	27	Samedi. .	15.3	749.10—11.0	15.00	719.85—0	1780.835
»	28	Dimanche.	14.0	749.95—11.0	30.00	706.71—0	1756.268
»	29	Lundi. . .	13.0	740.00—11.5	42.00	694.46—0	1731.868
»	30	Mardi. . .	12.7	748.20—14.0	30.00	705.87—0	1760.941
»	31	Mercredi..	14.7	747.50—14.0	26.00	707.37—0	1753.616
Avril. .	1	Jeudi. . .	11.5	760.80— 9.5	38.00	711.52—0	1783.788
							26784.596

Poids de l'air = 34637gr,416

P' = 4gr,923

Résultat de l'analyse. . . . { P = 4gr,9130 / R = 0gr,0018 } 4gr,9148

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0gr,0082

D'où ammoniaque. . . . . = 0gr,00063155.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque . . = 0gr,00218380.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000018233.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air. . . . = 0,000000063047.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 18gr,233.

15e DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1852. Aspirateur N° 3 = 1985lit,745 à 12° et P = 0m,760. (Extérieur de Paris.)

MOIS.	DATES.	JOURS	TEMPÉR. moy. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P=760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Avril. .	21	Mercredi..	11.2	763.00—12.0	20.00	731.61—0	1835.665
»	22	Jeudi. . .	17.4	757.10—11.0	30.00	710.97—0	1746.139
»	23	Vendredi .	17.0	757.50—13.0	20.00	721.50—0	1774.441
»	24	Samedi .					
»	25	Dimanche.	10.8	752.80— 9.0	23.00	719.05—0	1807.120
»	26	Lundi. . .	11.2	755.12—10.0	45.00	698.98—0	1754.215
»	27	Mardi. . .	13.5	762.80—13.0	25.00	724.68—0	1803.755
»	28	Mercredi..	16.5	764.80—14.0	30.00	719.10—0	1771.606
»	29	Jeudi. . .	13.0	760.70—12.0	42.00	706.07—0	1760.839
»	30	Vendredi .	15.2	753.63—14.5	70.00	669.18—0	1655.780
Mai. . .	1	Samedi. .	14.4	753.54—13.0	42.00	697.75—0	1731.586
»	2	Dimanche.					
»	3	Lundi. . .	10.5	761.70— 9.5	22.00	729.06—0	1834.230
»	4	Mardi. . .	9.9	760.65— 9.0	32.00	718.45—0	1811.365
»	5	Mercredi..	11.0	764.05—11.0	55.00	697.91—0	1752.447
»	6	Jeudi. . .	16.0	764.00—19.0	38.00	710.14—0	1752.558
»	7	Vendredi .	14.2	763.20—16.0	68.00	681.18—0	1691.639
»	8	Samedi. .	20.0	763.65—19.0	63.00	680.93—0	1657.502
»	9	Dimanche.					
»	10	Lundi. . .					
»	11	Mardi. . .					
»	12	Mercredi .	13.0	762.13—11.0	43.00	706.62—0	1762.206
»	13	Jeudi. . .	15.3	761.15—15.0	32.00	714.37—0	1767.290
							31670.383

Poids de l'air = 40955gr,720

P' = 3gr,796

Résultat de l'analyse. . . . { P = 3gr,7800 / R = 0gr,0015 } 3gr,7815

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0gr,0145

D'où ammoniaque. . . . . = 0gr,0011168

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque. . = 0gr,0038617.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000027268

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air. . . . = 0,000000094287

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 27gr,268.

16e DÉTERMINATION DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR

1852. Aspirateur N° 3 = 1985lit,745 à 12° et P = 0m,760. (Extérieur de Paris.)

MOIS.	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Mai. . .	15	Samedi. .	11.8	765.65—12.0	45.00	708.85—0	1775.798
»	16	Dimanche.	13.0	765.65—12.0	15.00	738.02—0	1841.082
»	17	Lundi. . .	14.0	757.15—18.0	52.00	691.06—0	1717.924
»	18	Mardi. . .	12.4	751.95—23.0	32.00	706.44—0	1766.022
»	19	Mercredi..	9.2	758.45—15.0	52.00	695.94—0	1759.530
»	20	Jeudi. . .	14.5	750.80—13.0	22.00	714.93—0	1774.180
»	21	Vendredi .	17.0	759.15—16.0	35.00	707.78—0	1741.265
»	22	Samedi. .	22.0	769.87—21.0	32.00	715.62—0	1730.648
»	23	Dimanche.	25.3	760.50—23.0	38.00	695.64—0	1663.422
»	24	Lundi. . .	25.5	758.15—24.0	40.00	690.96—0	1651.400
»	25	Mardi. . .	28.7	755.65—26.0	30.00	693.23—0	1720.192
»	26	Mercredi .	19.2	758.55—18.0	27.00	712.81—0	1740.403
»	27	Jeudi. . .	19.0	756.30—17.0	30.00	707.90—0	1729.605
»	28	Vendredi .	15.4	755.55—16.0	25.00	715.58—0	1770.233
»	29	Samedi. .	21.0	752.45—21.0	28.00	703.42—0	1706.952
»	30	Dimanche.	18.2	754.59—15.0	37.00	700.22—0	1715.557
»	31	Lundi. . .	18.0	759.45—15.0	30.00	712.27—0	1746.264
Juin. .	1	Mardi. . .	19.9	760.85—17.0	50.00	691.45—0	1684.315
»	2	Mercredi..	14.2	759.85—12.0	25.00	721.32—0	1791.902
»	3	Jeudi. . .					
»	4	Vendredi .	13.0	756.80—12.5	30.00	714.12—0	1781.464
»	5	Samedi. .	24.1	761.11—14.0	30.00	707.06—0	1697.570
»	6	Dimanche.	19.7	757.95—19.0	31.00	707.52—0	1724.232
»	7	Lundi. . .	17.0	750.71—18.0	8.00	726.12—0	1790.505
»	8	Mardi. . .	18.1	757.95—18.0	35.00	705.16—0	1727.953
»	9	Mercredi..	15.0	750.25—14.0	30.00	705.87—0	1748.633
»	10	Jeudi. . .					
»	11	Vendredi .	11.7	751.65—14.0	35.00	704.71—0	1766.034
»	12	Samedi. .	16.0	755.15—15.0	28.00	711.76—0	1756.812
»	13	Dimanche.	12.2	748.35—12.0	20.00	716.31—0	1791.966
»	14	Lundi. . .					
»	15	Mardi. . .	19.1	758.05—17.0	32.00	707.54—0	1728.121
»	16	Mercredi..					
»	17	Jeudi. . .	13.7	750.50—12.5	30.00	707.31—0	1760.180
»	18	Vendredi .	21.5	754.17—20.0	18.00	714.68—0	1731.324
							54031.488

Poids de l'air = 69872gr,797

P' = 4gr,7220

Résultat de l'analyse. . . . { P = 4gr,7007 / R = 0gr,0010 } 4gr,7017

Bichlorure de platine et d'ammoniaque. . = 0gr,0203

D'où ammoniaque. . . . . = 0gr,00156546.

D'où sesquicarbonate d'ammoniaque . . = 0gr,0054061.

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,000000022376.

Rapport du sesquicarbonate d'ammoniaque à l'air. . . . = 0,000000077371.

Ammoniaque pour 1 million de kilogrammes d'air. . = 22gr,376.

DEUXIÈME PARTIE

L'AZOTE DE L'AIR PEUT-IL SERVIR A LA NUTRITION DES PLANTES?

I

Pendant qu'on dosait l'ammoniaque de l'air par la méthode que je viens de décrire, dans une autre expérience on s'efforçait de remonter à l'origine de l'azote que les plantes tirent de l'atmosphère. Au début, cette nouvelle étude était solidaire de la première, plus tard on l'en a rendue indépendante. Théoriquement, l'expérience est très-simple : elle consiste à semer un poids connu de graines dans du sable calciné, à enfermer le pot qui les contient dans une cloche, et à faire passer chaque jour dans l'intérieur de cette cloche un volume d'air qui en représente trois ou quatre fois la capacité. Dans ces conditions, les graines germent ; il se produit une végétation qui prospère. Au bout de cinq à six mois, le poids des plantes l'emporte beaucoup sur celui des graines qu'on avait semées. Alors on arrête l'expérience ; on récolte les plantes, on détermine

combien elles contiennent d'azote, et l'on voit si l'ammoniaque de l'air peut en rendre compte.

Dans la réalité, les choses ne se passent pas aussi simplement que je viens de le dire. Pour que les plantes absorbent 1 ou 2 grammes d'azote, il faut donner aux appareils de très-grandes dimensions, et alors leur construction présente de réelles difficultés. Au lieu d'employer une seule cloche, on peut en mettre deux, l'une à la suite de l'autre, mais alors il faut doubler la capacité de l'aspirateur qui sert à renouveler l'air.

Dans la nature, l'air contient 3 ou 4 dix-millièmes d'acide carbonique; cette faible quantité suffit amplement aux besoins des plantes. Ce résultat s'explique par le renouvellement presque indéfini de l'atmosphère qui les entoure. Dans une cloche, les conditions ne sont plus les mêmes, le renouvellement de l'air s'opère plus lentement et dans une proportion incomparablement plus limitée; aussi faut-il ajouter un excès d'acide carbonique à l'air qui passe dans la cloche. Dans mes expériences, je me sers d'une pendule électrique pour régler la production de ce gaz.

Jusque-là les difficultés que je signale sont de l'ordre de celles auxquelles on s'attend lorsqu'on entreprend un travail de précision. Mais ce qu'il était impossible de prévoir, et ce qu'aucune expérience antérieure ne pouvait m'apprendre, c'est l'art de cultiver les plantes dans les conditions particulières que m'imposait le but que je m'étais proposé. Pour que la végétation soit florissante, il faut ajouter au sable une certaine quantité de cendres fournies par la combustion des mêmes plantes qu'on veut cultiver. Cette quantité varie suivant la nature des plantes, mais elle ne doit jamais aller au delà de 1/2 pour 100. Au lieu d'opérer par semis, il est souvent préférable de repiquer une plante

qui a germé dans la bonne terre. Malheureusement, lorsqu'on repique une plante dans le sable additionné de cendres, on n'est jamais sûr qu'elle reprendra. Pour qu'elle reprenne, il faut la repiquer dans le sable pur et ajouter les cendres sur la couche supérieure du sable, lorsque les racines ont atteint le fond des pots. Cette précaution suffit pour assurer le succès des repiquages. L'arrosage des pots est une chose importante. Le moyen qui m'a le mieux réussi consiste à verser 8 à 10 litres d'eau distillée dans les cloches : le fond des pots plonge ainsi dans une nappe d'eau, et l'arrosage se fait par la capillarité de leurs parois. Je laisserai de côté maintenant les autres détails de l'expérience; j'y reviendrai dans un chapitre séparé et plus au long encore dans l'Appendice. On fera bien cependant de consulter dès à présent la planche qui est à la fin du volume. Le dessin représente l'appareil que j'ai adopté depuis 1851, et dans lequel l'expérience est indépendante du dosage de l'ammoniaque de l'air. En 1849 et en 1850, l'appareil ne différait du précédent qu'en ce que le manchon E, qui est actuellement rempli de fragments de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique, était remplacé par un tube en U rempli de fils de verre pour arrêter seulement les poussières et les insectes.

EXPÉRIENCES DE 1849

SEMENCES.	NON DESSÉCHÉES	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	RÉCOLTES.	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.
	Gram.	Gram.	Gram.		Gram.	Gram	Gram.
Cresson. . . .	0.5915	0.531	0.026	Cresson. . . .	35.65	8.733	0.147
Lupins (grands)	1.1265	0.991	0.064	Lupins (grands)	17.02	3.506	0.064
Lupins (petits).	1.1265	0.991	0.064	Lupins (petits).	12.45	2.565	0.047
Totalité des semences.		2.513		Totalité des récoltes.		14.804	
Totalité de l'azote.			0.154	Totalité de l'azote.			0.258

VOLUME DE L'AIR QUI A PASSÉ DANS LA CLOCHE

	VOLUME DE L'AIR A 0° P. = 760	AMMONIAQUE CONTENUE	AZOTE DE L'AMMONIAQUE
	Lit.	Gram.	Gram.
Du 3 août au 3 septembre. .	19 328,238	0,0006294	0,0005195
Du 4 septembre au 4 octobre.	19 505,457	0,0006245	0,0005155
	38 833,695	0,0012539	0,0010350

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

		Gram.
Azote des récoltes.		0,258
	Gram.	
Azote de l'ammoniaque de l'air. . . .	0,001	
Azote des semences.	0,154	
	0,155	0,155
Azote absorbé par les plantes..		0,103

Si nous analysons les résultats de l'expérience, nous voyons que le cresson a absorbé tout l'azote. Sur les six lupins, trois n'ont rien perdu ni rien gagné; je les appelle les grands lupins. Les trois autres ont perdu 0gr,016 d'azote; je les appelle, par opposition, les petits lupins. Ces différences tiennent aux conditions dans lesquelles l'expérience a eu lieu. Les lupins ont été semés trop tard, et la cloche était trop petite. Les trois lupins qui étaient le plus rapprochés des parois ont beaucoup souffert. — L'air contenait 2 pour 100 d'acide carbonique.

Pour les éléments analytiques, voyez à l'Appendice le chapitre intitulé : Expériences de 1849.

J'ai hâte d'arriver à l'expérience de 1850, car, à partir de ce moment, le terrain se raffermit sous nos pas, et nous

n'aurons plus désormais qu'à compléter, en les étendant à d'autres plantes, les résultats qu'elle va nous fournir.

EXPÉRIENCES DE 1850

SEMENCES.	NON DESSÉCHÉES	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	RÉCOLTES.	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	AZOTE ABSORBÉ
	Gram.	Gram.	Gram.		Gram.	Gram.	Gram.	Gram.
Colza. . .	6.68	0.599	0.026	Colza. . .	379.40	53.761	1.070	1.044
Blé. . . .	0.81	0.682	0.016	Blé. . . .	15.00	2.807	0.031	0.015
Seigle. . .	0.73	0.617	0.013	Seigle. . .	17.75	3.136	0.037	0.024
Maïs. . . .	1.72	1.488	0.029	Maïs. . . .	29.37	4.503	0.128	0.098
Totalité des semences.		3.386		Totalité des récoltes.		64 207		
Totalité de l'azote.			0.084	Totalité de l'azote.			1.266	

VOLUME DE L'AIR QUI A PASSÉ DANS LA CLOCHE

	VOLUME DE L'AIR A 0° P=760	AMMONIAQUE CONTENUE	AZOTE DE L'AMMONIAQUE
	Lit.	Gram.	Gram.
Du 1er juillet au 17.	9 302,251	0,000324	0,000267
Du 18 juillet au 17 août. . . .	16 821,425	0,000389	0,000321
Du 18 août au 21 septembre. . .	20 342,896	0,000834	0,000688
Du 22 septembre au 23 octobre.	18 687,591	0,000589	0,000486
	65 154,163	0,002136	0,001762

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

		Gram.
Azote des récoltes.		1,266
	Gram.	
Azote des semences.	0,084	
Azote fourni par l'ammoniaque de l'air.	0,0017	
	0,0857	0,0857
Azotée absorbé par les plantes.		1,1803

Ainsi, plus de doute possible, l'ammoniaque de l'air ne rend pas compte de l'azote absorbé par les plantes, et puisque cet azote ne peut venir ni de l'eau distillée ni du sable calciné, il faut de toute nécessité qu'il vienne de l'azote même de l'atmosphère. Donc l'azote de l'air sert à la nutrition des plantes. Or, c'est là précisément la question qu'il s'agissait de démontrer.

Pendant les mois de juillet, août et septembre, on a dégagé chaque jour dans la cloche 25 litres d'acide carbonique; en octobre, on a porté cette quantité à 47 litres.

II

Jusqu'à présent je n'ai pas parlé des traces d'ammoniaque que l'eau distillée contient, parce qu'elles ne jouent aucun rôle dans l'expérience. Après la végétation, l'eau est plus chargée d'ammoniaque qu'avant, résultat qui s'explique par la chute d'un certain nombre de feuilles qui se décomposent en partie dans la cloche. Ainsi, en 1851, l'eau contenait 0gr,0007 d'ammoniaque par litre lorsqu'on l'a employée, et 0gr,0012 lorsqu'on l'a retirée de la cloche. En 1850, je n'ai pas analysé l'eau après l'expérience, mais je l'ai analysée avant : elle contenait 0gr,0011 d'ammoniaque par litre. On en a employé 22 litres.

Lorsqu'une eau contient à la fois de l'azote à l'état d'ammoniaque et à l'état plus complexe d'une matière organique, son dosage est une opération délicate. Le procédé que j'ai suivi fournit des résultats d'une grande précision, et offre de plus l'avantage d'être très-expéditif.

On prend 1 litre d'eau, on la filtre : on en verse 100 gram-

mes dans une capsule de porcelaine, et l'on y ajoute 0gr,50 d'acide oxalique. On évapore à une douce chaleur, au bain de sable ou au bain d'eau, et l'on ajoute de nouvelles quantités d'eau à mesure que les premières s'évaporent. Finalement, on obtient un résidu formé d'oxalate d'ammoniaque, de matière organique et d'un excès d'acide oxalique. On brûle le tout au moyen de la chaux sodée, dans un tube à analyse organique de 15 centimètres de long, et l'on dose l'ammoniaque par la méthode des volumes; seulement, il faut employer un acide très-faible.

L'acide oxalique a sur les acides minéraux l'avantage de ne pas altérer la matière organique pendant l'évaporation de l'eau, et, de plus, celui de produire un courant d'hydrogène pendant la combustion : ce qui est une condition excellente lorsque la quantité d'azote est très-faible. De plus, le produit de l'évaporation se détache avec la plus grande facilité de la capsule. Pour l'analyse de l'eau de pluie, par exemple, ce procédé sera d'une grande utilité. On jugera mieux de son degré de précision par un exemple :

	Gram.	
A 1 litre d'eau distillée qui contenait. . .	0,00077	AzH^3
On a ajouté.	0,0046	»
Soit. . . .	0,00537	AzH^3

L'analyse a fourni 0gr,00531 ; différence, 0,00006. On peut répondre de 1/10e de milligramme au moins (*).

(*) Voici les élé ents de l'analyse :

10 centimètres cubes de l'acide employé = 0gr,0175 AzH^3.

10 centimètres cubes du même acide saturent 14,5 de la liqueur alcaline.

Après l'analyse, ils n'ont plus saturé que 10,1.

III

La nature des pots a une grande influence sur le succès des cultures. Les pots de porcelaine, et en général tous les pots de terre vernis, doivent être rejetés. Dans un pot de porcelaine, la végétation est toujours languissante : sur ce point, l'expérience des jardiniers est conforme à mes propres observations. On trouve dans le commerce des pots de terre poreuse qui portent à la partie inférieure quatre fentes de 2 centimètres de haut sur 1/2 centimètre de large : ce sont les meilleurs. Avant de les employer, on les fait tremper pendant deux ou trois jours dans de l'acide chlorhydrique étendu, puis on les passe au feu dans un four à porcelaine ou dans un four à réchauffer la tôle. Chaque pot est rempli à moitié avec des fragments de brique gros comme des noisettes, qu'on a préalablement lavés à l'acide chlorhydrique et calcinés. On finit de remplir les pots avec du sable blanc calciné et lavé, ou avec un mélange de sable et de brique traité de la même manière, ou bien encore avec un mélange de sable et de charbon de sucre candi. Chaque pot reçoit enfin 1/4, 1/2 et jusqu'à 1 pour 100 de cendres fournies par la combustion des mêmes plantes qu'on veut cultiver (*).

Dans ces conditions les plantes réussissent à merveille. Les racines traversent facilement la première couche de

(*) J'ai reconnu depuis que cette quantité est trop forte (Voyez pages 37 et 38).

sable, qui fait l'office de terre végétale. Il se forme beaucoup de chevelu entre les gros fragments de brique; il vient même un moment où le chevelu sort par les fentes inférieures des pots et se répand dans l'eau de la cloche. Il faut mettre les cloches à l'abri du soleil; pour cela, on les entoure d'un bâti de menuiserie sur lequel on étend des rideaux. On laisse à découvert les côtés qui reçoivent la lumière diffuse.

IV

EXPÉRIENCES DE 1851

Dans les expériences antérieures, l'air arrivait dans les cloches chargé de toute l'ammoniaque qu'il contient naturellement; dans celles qui vont suivre, il en a été privé. A partir de 1851, l'ammoniaque atmosphérique n'est plus intervenue dans l'expérience; avant d'entrer dans les cloches, l'air passait sur des fragments de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique, et de là dans une dissolution de bicarbonate de soude. Dans ces nouvelles conditions, les choses se sont passées comme les années précédentes; la végétation a suivi son cours ordinaire, et les plantes ont absorbé des quantités importantes d'azote, ainsi qu'on peut s'en convaincre par les résultats suivants :

SEMENCES (*).	NON DÉSSÉCHÉS.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	RÉCOLTES (**).	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	AZOTE ABSORBÉ
	Gram.	Gram.	Gram.		Gram.	Gram.	Gram.	Gram.
Soleils. . .	0.20	0.184	0.005	Soleils. . . .	82.60	25.586	0.157	0.152
Tabac (T). .	1.05	0.084	0.004	Tabac (T). .	105.50	22.436	0.175	0.171
Tabac (t). .	1.05	0.084	0.004	Tabac (t). .	92.00	20.780	0.162	0.158
Totalité des semences.		0.552		Totalité des récoltes.		68.802		
Totalité de l'azote.			0.013	Totalité de l'azote.			0.494	

VOLUME DE L'AIR QUI A PASSÉ DANS LA CLOCHE

	VOLUME A 0°. P=760
	Lit.
Du 13 juin au 30.	12 357,592
Du 1er juillet au 31.	31 255,943
Du 1er août au 31.	31 034,750
Du 1er septembre au 13.	13 260,207
	92 908,492

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

	Gram.	Gram.
Azote des récoltes.	0,494	
— des semences.	0,013	
— absorbé par les plantes.		0,481

La quantité d'azote que les plantes ont absorbée en 1851 est moindre qu'en 1850, mais le rapport de l'azote des

(*) CENDRES. Soleils. 0,005
Tabac (T). 0,017
Tabac (t). 0,017

(**) CENDRES. Soleils. 2,243
Tabac (T). 2,440
Tabac (t.) 2 25

semences à celui des récoltes est plus élevé. En 1850, l'azote des récoltes était 15 fois celui des semences, et en 1851 il est 38.

Les tabacs n'ont pas fleuri. Les soleils ont fleuri et fructifié ; ils ont produit quatre-vingt-quinze graines rudimentaires ; elles se bornaient au tégument extérieur. Desséchées au soleil, elles pesaient 0gr,35.

V

Toutes les cultures n'épuisent pas également le sol. Les céréales l'épuisent plus que le trèfle et les légumineuses. Pour expliquer ces différences, on admet que les premières tirent tout leur azote du sol, et que les secondes en empruntent la plus grande partie à l'atmosphère. Sans préjuger la valeur des témoignages que la grande culture fournit à cet égard, il y a un intérêt considérable à constater, par des expériences certaines, que les céréales peuvent emprunter une partie de leur azote à l'air comme les autres plantes.

L'expérience de 1852 a commencé le 25 septembre 1851 et a fini le 14 octobre 1852. Elle comprend trois cultures :

1° Trois colzas repiqués le 25 septembre 1851 et récoltés le 12 juin 1852 ; je les appelle colzas d'automne ;

2° Une culture de blé ; elle commence le 20 mars 1852 et finit le 10 juillet de la même année ; une culture de soleils ; elle commence le 20 mars 1852 et finit le 14 octobre ;

3° Deux cultures de colzas, les uns repiqués le 1er juillet, je les appelle premiers colzas d'été ; les autres repiqués le 8 août, je les appelle deuxièmes colzas d'été ; on a récolté tous les colzas le 14 octobre.

Comme l'appareil se composait de deux cloches, il m'était facile de faire succéder les cultures sans interrompre la régularité du travail. Pour les colzas, on a opéré sur des plantes repiquées ; pour le blé et les soleils, on a opéré par semis.

EXPÉRIENCE DE 1852

SEMENCES.	NON DESSÉCHÉES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	RÉCOLTES (*).	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	AZOTE ABSORBÉ
	Gram.	Gram.	Gram.		Gram.	Gram.	Gram.	Gram.
Colzas d'autom.	11.68	0.854	0.048	Colzas d'autom.	94.80	27.412	0.226	0.178
Blé de mars. . .	1.36	1.194	0.029	Blé de mars. . .	26.10	12.917	0.065	0.036
Soleils.	0.64	0.588	0.016	Soleils	275.00	64.090	0.408	0.392
1ers colzas d'été.	37.50	5.725	0.175	1ers colzas d'été	457.10	60.408	0.595	0.422
2es colzas d'été.	16.90	1.855	0.105	2es colzas d'été.	466.00	64.786	0.701	0.596
Totalité des semences .		8.192	—	Totalité des récoltes. . .		229.615	—	
Totalité de l'azote. . .			0.371	Totalité de l'azote. . .			1.995	

VOLUME DE L'AIR QUI A PASSÉ DANS LES CLOCHES

	VOLUME A 0°. P=760 Lit.
Du 4 octobre 1851 au 3 novembre.	58 394,736
Du 4 novembre au 3 décembre.	55 869,966
Du 4 décembre au 3 janvier 1852.	39 151,634
Du 4 janvier au 3 février.	49 772,777
Du 4 février au 4 mars.	53401,570
Du 5 mars au 3 avril.	53 334,919
Du 4 avril au 4 mai.	56 381,250
Du 5 mai au 3 juin.	51 572,807
Du 4 juin au 3 juillet.	53 370,598
Du 4 juillet au 3 août.	53 783,095
Du 4 août au 5 septembre.	59 739,133
Du 6 septembre au 11 octobre.	66 743,402
	651 515,883

(*) Voyez à l'Appendice, page 148, la balance des cendres.

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

	Gram.	Gram.
Azote des récoltes.	1,995	
— des semences.	0,371	
— absorbé par les plantes.		1,624

Dans cette série, les colzas d'hiver ont fleuri sans qu'il y ait eu production de fruits. Les soleils ont produit 412 graines rudimentaires. Le blé a fructifié complétement : la récolte a été de 47 grains. Je rapporte en note tous les détails de cette culture (*). J'ai la preuve que les colzas auraient produit plus de récoltes, si j'avais ajouté moins de cendres au sable qui leur servait de sol.

(*) EXPÉRIENCE SUR LE BLÉ (TRITICUM VULGARE)

SEMENCES. — 20 mars 1852.

Trente grains de blé de mars.	1,36
Trente grains de blé desséchés à 120°.	1,194
Cendres..	0,025
Matière organique réelle.	1,169
Azote..	0,029

RÉCOLTE. — 10 juillet 1852.

	GRAINS Gram.	PAILLE Gram.
Verte..	1,15	24,95
Desséchée à 120°..	1,051	11,866
Cendres.	0,035	1,302
Matière organique réelle.	1,016	10,564
Azote.	0,022	0,043

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

		AZOTE
Récolte desséchée à 120°, déduction faite des cendres.	11,580	0,065
Semence desséchée à 120°, déduction faite des cendres.	1,690	0,029
D'où excédant de la récolte.	9,899	— —
— de l'azote de la récolte.		0,036

VI

Si l'on compare la composition des récoltes de colzas venus en 1852, on trouve que les deuxièmes colzas d'été contiennent 1,18 pour 100 d'azote, — les cendres déduites, — et les colzas d'automne seulement 0,94 pour 100; on trouve de plus que la récolte des colzas d'été s'élève à 64^{gr},786 et contient 0^{gr},701 d'azote, tandis que les colzas d'automne n'ont produit que 27^{gr},412 de récolte, dans laquelle il y a 0^{gr},226 d'azote. Ainsi les colzas d'été ont produit plus de récolte que les colzas d'automne, et cette récolte est plus azotée. D'où vient cette différence? Toutes les conditions de l'expérience étaient les mêmes, dans les deux cas on s'est servi du même appareil. La différence résulte de deux causes : la première, c'est que les colzas d'automne ont été repiqués au mois d'octobre, et que, sur les six mois que l'expérience a duré, il y en a eu au moins trois pendant lesquels la végétation a été suspendue à cause du froid; la seconde, c'est que ces mêmes colzas ont fleuri. Or, lorsqu'une plante, qui est cultivée dans le sable, entre en fleur, l'absorption de l'azote se ralentit si elle ne cesse complétement. L'activité de la plante, qui jusque-là avait résidé dans les feuilles, se concentre dans la fleur. La plante ne trouvant pas dans le sol les matériaux que la formation de ces nouveaux organes exige, une partie de la substance des feuilles y supplée : il y a résorption des feuilles au profit des fleurs et des graines qui leur succèdent.

Lorsqu'on sème, toujours dans le sable, une plante à une époque trop tardive pour qu'elle fleurisse, et que la belle saison n'est pourtant pas trop avancée, les choses se passent

tout autrement. Dans le premier cas, c'est-à-dire lorsque la plante fleurit et porte graine, la tige s'élève démesurément, alors que les feuilles restent presque à l'état rudimentaire; dans le second, les feuilles prennent un développement remarquable, et la tige ne s'élève presque pas. Toute l'activité de la plante se concentre dans les feuilles : si les feuilles les plus anciennes se flétrissent, des feuilles nouvelles leur succèdent. La surface d'absorption, loin de diminuer, augmente toujours, et finalement la plante produit plus de récolte et absorbe plus d'azote. Le colza se prête merveilleusement à ce genre d'expériences. Si on le sème au mois de mars, on obtient une plante grêle qui fleurit et ne produit qu'un petit nombre de feuilles étroites dont le limbe est presque adhérent à la tige. Si on le sème au mois de juin, au contraire, la tige s'élève moins, mais elle est forte ; les feuilles prennent beaucoup de développement et leur pétiole est très-long. Dans le premier cas, la récolte contient de 0,60 à 0,70 pour 100 d'azote ; et, dans le second, de 1,40 à 1,70.

VII

En 1850, la récolte en blé s'élève à 2gr,807 ; elle contient 0gr,031 d'azote, ce qui fait 1,10 pour 100. En 1852, au contraire, la récolte s'élève à 7gr,75, et contient 0gr,039, ce qui ne fait plus que 0,50 pour 100 (*). Ainsi, en 1852, la récolte est plus forte, mais moins azotée qu'en 1850. D'où vient cette singulière anomalie? Elle vient uniquement de ce que les deux expériences n'ont pas eu lieu à la

(*) En 1850, on a semé 18 grains ; en 1852, on en a semé 30. 7gr,75 représentent la récolte de 18 grains.

même époque, et si j'y insiste, c'est pour montrer combien ces phénomènes sont compliqués, et combien il faut être réservé dans la discussion des résultats qu'on obtient.

VIII

En 1850, on a semé le blé le 1er juillet, et on l'a récolté le 23 octobre. L'expérience a duré environ trois mois. L'époque des semis était trop avancée pour avoir une végétation régulière ; aussi le blé n'a-t-il produit ni chaume ni grains : il a produit une touffe d'herbe.

En 1852, on a semé le blé au mois de mars, et on l'a récolté au mois de juillet. La floraison a commencé à la fin de mai. Dans ces nouvelles conditions, la végétation du blé a suivi son cours ordinaire : la plante a produit du chaume et des grains. Dans les deux cas, la quantité d'azote que les plantes ont absorbée est à peu près la même ; seulement, en 1852, cet azote a servi à former du chaume dans lequel le rapport de l'azote aux autres éléments est moindre que dans les feuilles vertes et plus charnues qu'il a exclusivement produites en 1850.

IX

Enfin, si l'on étend la comparaison aux colzas de 1850 et aux colzas d'été de 1852, on trouve que les premiers contiennent 1,99 pour 100 d'azote, et les seconds 1,18 pour 100 ; et cependant ils ont été semés à la même époque, et ni l'un ni l'autre n'ont fleuri. D'abord il est à remarquer qu'en 1850 l'air contenait 5 et 7 pour 100 d'acide carbo-

nique, et qu'en 1852 il n'en contenait que 1 ; mais sans nier que cette circonstance ait pu avoir quelque influence sur le résultat de l'expérience, la différence vient d'une autre cause.

J'ai dit à plusieurs reprises que j'avais ajouté trop de matières salines au sable qui servait de sol aux cultures. En effet, en 1852, j'en ai trop ajouté au sable des colzas.

En 1850, chaque pot contenait de 6 à 800 grammes de sable, au-dessous duquel il y avait de la brique en gros fragments. Les racines n'avaient donc qu'une couche de sable de 5 à 6 centimètres à traverser pour atteindre la brique, et, en réalité, c'est dans cette partie du pot qu'elles se sont développées. En 1852, j'ai cru mieux faire en augmentant la quantité de sable et en diminuant celle des fragments de brique. Chaque pot contenait 2000 grammes de sable et 20 grammes de cendres, et quoiqu'on ait répandu celles-ci sur la couche supérieure du sable lorsque les plantes avaient bien repris, cependant elles en ont souffert : les feuilles n'avaient pas cette belle couleur verte que j'avais remarquée et qu'elles m'ont reproduite depuis.

En effet, dans une expérience plus récente (elle a été faite en 1853), des colzas repiqués dans des pots semblables à ceux de 1850, et en réduisant la quantité de cendres à 5 grammes pour 800 grammes de sable, ont produit une récolte qui contenait 1,70 d'azote pour 100 de matière sèche (*).

De l'ensemble des faits qui précèdent nous tirerons deux conclusions :

1° L'azote de l'air est absorbé par les plantes, et sert à leur nutrition.

(*) M. Payen a suivi les détails de cette dernière expérience.

2° Dans les conditions où l'expérience s'est accomplie, l'ammoniaque de l'air n'a pas contribué dans une mesure appréciable à pourvoir les plantes de cet élément.

Plus tard, nous verrons ce qui arrive lorsque la végétation a lieu en plein air, et quelle est l'importance relative des autres sources qui, avec le secours de l'azote de l'air, fournissent tout l'azote des végétaux.

N. B. Les résultats que l'on vient d'exposer ont trouvé un contradicteur bien inattendu. M. Boussingault, qui avait le premier soutenu l'opinion que les végétaux absorbent et s'assimilent l'azote de l'air, lui dont les travaux avaient reçu, à deux reprises successives et dans des conditions presque solennelles, l'approbation de l'Académie des sciences, a cru devoir réfuter ce qu'il avait défendu, et immoler de ses propres mains ses titres les plus sérieux à l'estime des savants.

On trouvera, sous le titre de *Cinquième partie*, comment ce renversement d'opinion s'est produit chez l'éminent professeur du Conservatoire des arts et métiers, sous quelles formes il a été porté devant le public, et comment le débat qui s'en est suivi a pris naissance. On y trouvera enfin le rapport de l'honorable M. Chevreul, rendant compte, à l'Académie des sciences, des expériences qui furent exécutées au Muséum d'histoire naturelle pour décider ce point fondamental de physiologie et de science agricole.

Dans ces diverses pièces on ne trouvera pas trace de discussion. C'est une publication de pièces officielles; la discussion viendra plus tard. L'auteur la réserve pour le deuxième volume.

TROISIÈME PARTIE

INFLUENCE DE L'AMMONIAQUE SUR LA VÉGÉTATION

I

Si l'on ajoute de l'ammoniaque à l'air, la végétation prend une activité remarquable. A la dose de 4 dix-millièmes, et même à des doses beaucoup plus faibles, l'influence de ce gaz se fait sentir au bout de huit à dix jours, et, à partir de ce moment, elle se manifeste avec une intensité toujours croissante. Les feuilles, qui à l'origine étaient d'un vert pâle, prennent une coloration de plus en plus foncée; il vient un moment où elles sont presque noires, leurs pétioles sont longs et redressés, et leur surface large et brillante : on les dirait enduites d'une couche de mine de plomb. Enfin, lorsque la végétation est arrivée à son terme, on trouve que la récolte l'emporte beaucoup sur celle des mêmes plantes qui sont venues dans l'air pur ; on trouve, de plus, qu'à égalité de poids, elles contiennent beaucoup plus d'azote. Ainsi l'ammoniaque ajoutée à l'air produit deux effets sur la végéta-

tion : 1° elle favorise l'accroissement des plantes ; 2° elle rend leurs produits plus azotés.

II

A côté de ces effets généraux, il en est d'autres qui sont plus variables, qui dépendent de circonstances particulières, mais qui sont également dignes d'intérêt. En effet, au moyen de l'ammoniaque, on peut non-seulement activer la végétation, mais encore en modifier le cours, ralentir l'exercice de certaines fonctions, exagérer le développement et la multiplication de certains organes. Si son emploi est mal dirigé, il peut occasionner des accidents. Ceux qui se sont produits dans le cours de mes expériences me semblent jeter un jour inattendu sur le mécanisme de la nutrition des plantes ; ils m'ont appris du moins au prix de quels soins l'ammoniaque peut devenir l'auxiliaire de la végétation. Il est bien entendu qu'il ne peut être question ici que de la végétation dans les serres ; je dirai plus tard quelle extension son emploi est susceptible de recevoir.

III

Ces nouvelles expériences ont été exécutées dans les mêmes conditions que les précédentes. Dans les deux cas, la végétation avait lieu dans des cloches dont on renouvelait l'air chaque jour et dans le sable calciné ; seulement on

dégageait de l'ammoniaque dans l'une des cloches et l'on n'en dégageait pas dans l'autre.

EXPÉRIENCE DE 1850

SEMENCES.	NON DESSÉCHÉES	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE	RÉCOLTES.	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	AZOTE ABSORBÉ
	Gram.	Gram.	Gram.		Gram.	Gram.	Gram.	Gram.
Colzas. . .	6.68	0.599	0.026	Colzas. . .	443.20	67.024	2.812	2.786
Blé. . . .	0.81	0.682	0.016	Blé. . . .	99.00	19.285	0.727	0.711
Seigle. . .	0.64	0.617	0.013	Seigle. . .	119.50	18.655	0.573	0.562
Maïs. . . .	1.72	1.488	0 029	Maïs. . . .	35.20	6.020	0 201	0.172
Totalité des semences.		3.586		Totalité des récoltes.		110.984		
Totalité de l'azote.			0.084	Totalité de l'azote.			4.313	

VOLUME DE L'AIR QUI A PASSÉ DANS LA CLOCHE

	VOLUME DE L'AIR A 0° P=760	AMMONIAQUE AJOUTÉE A L'AIR	RAPPORT DE L'AMMONIAQUE A L'AIR
	Lit.	Gram.	Gram.
Du 1er juillet au 17.	9 225,247	5,088	0,00042
Du 18 juillet au 17 août. . . .	16 709,970	9,222	0,00042
Du 18 août au 21 septembre. .	20 231,396	10,812	0,00041
Du 22 septembre au 23 octobre.	19 281,343	10,176	0,00040
	65 447,956	35,298	RAPP. M. 0,00041

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

	Gram.	Gram.
Azote des récoltes.	4,313	
— des semences..	0,084	
— absorbé par les plantes.		4,229

COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS DANS L'AIR PUR ET DANS L'AIR AMMONIACAL

CULTURE DANS L'AIR PUR.					CULTURE DANS L'AIR AMMONIACAL.				
RÉCOLTES.	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	AZOTE ABSORBÉ.	RÉCOLTES.	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	AZOTE ABSORBÉ.
	Gram.	Gram.	Gram.	Gram.		Gram.	Gram.	Gram.	Gram.
Colzas.	379.40	53.761	1.070	1.044	Colzas.	443.20	67.024	2.812	2 786
Blé. .	15.00	2.807	0.031	0.015	Blé. .	99.00	19.285	0.727	0.711
Seigle.	17.75	3 156	0.037	0.024	Seigle.	119.50	18.655	0.573	0.502
Maïs. .	23.37	4.503	0.128	0.099	Maïs. .	35.20	6.020	0.201	0.172
Totalité des récoltes.		64.207			Totalité des récoltes.		110.984		
Totalité de l'azote.			1.266		Totalité de l'azote.			4.313	

100 parties de récoltes desséchées à 120° contiennent d'azote :

AIR PUR		AIR AMMONIACAL	
Colzas.	1,99	Colzas.	4,19
Blé.	1,10	Blé.	3,77
Seigle.	1,18	Seigle.	3,07

On voit que dans l'air mêlé de vapeurs ammoniacales la végétation donne des produits à la fois plus abondants et plus azotés. Les expériences de 1851 et de 1852 conduisent aux mêmes résultats. En 1850, l'expérience n'est vraiment comparable que pour les colzas. Le blé et le seigle, qui étaient cultivés dans l'air pur, ont mal germé, ce qui a contribué à abaisser la récolte. La même chose a eu lieu pour le maïs : il a mal germé dans l'air ammoniacal.

L'air contenait en moyenne 0,00041 d'ammoniaque.

Pendant les mois de juillet, d'août et de septembre, on a dégagé chaque jour 25 litres d'acide carbonique dans la cloche ; pendant le mois d'octobre, on a porté cette quantité à 47 litres.

EXPÉRIENCE DE 1851

VÉGÉTATION DANS L'AIR AMMONIACAL

SEMENCES.	NON DESSÉCHÉES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	RÉCOLTES.	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	AZOTE ABSORBÉ
	Gram.	Gram.	Gram.		Gram.	Gram.	Gram.	Gram.
Soleils. . .	0.20	0.184	0.005	Soleils(*). . .	145.30	35.862	0.402	0.397
Tabac (T'). .	1.05	0.084	0.004	Tabac (T'). .	235.05	54.475	0.623	0.619
Tabac (t'). .	1.05	0.084	0.004	Tabac (t'). .	207.00	44.958	0.480	0.476
Totalité des semences.		0.352		Totalité des récoltes.		135.295		
Totalité de l'azote.			0.013	Totalité de l'azote.			1.505	

VOLUME DE L'AIR QUI A PASSÉ DANS LA CLOCHE

	VOLUME DE L'AIR A 0° P = 760	AMMONIAQUE AJOUTÉE A L'AIR	RAPPORT DE L'AMMONIAQUE A L'AIR
	Lit.	Gram.	Gram.
Du 13 juin au 30. . . .	17 387,476	8,586	0,00038
Du 1er juillet au 31. . .	31 530,984	14,787	0,00036
Du 1er août au 31. . . .	31 448,271	14,787	0,00036
Du 1er septembre au 13.	13 417,046	6,201	0,00036
	93 783,777	44,361	RAPP. MOY. 0,00036

(*) Le soleil a produit 1,50 de graines desséchées à 90° qu'il faut ajouter au poids de 37gr,75 de la récolte, rapporté page 174. L'analyse des graines de soleil se décompose ainsi : graines desséchées à 120°, 1gr,320 ; cendres, 0gr,067 ; azote, 0gr,021.

Le tabac (T') a produit 2gr,60 de capsules desséchées au soleil qu'il faut ajouter au poids 56gr,42 de la récolte rapporté page 174. L'analyse des capsules se décompose ainsi : capsules desséchées à 120°, 2gr,23 ; cendres, 0gr,24 ; azote, 0gr,064. Voyez à l'Appendice, page 176, la balance des cendres.

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

	Gram.
Azote des récoltes.	1,505
— des semences.	0,013
— absorbé par les plantes.	Gram. 1,492

COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS DANS L'AIR PUR ET DANS L'AIR AMMONIACAL

CULTURE DANS L'AIR PUR					CULTURE DANS L'AIR AMMONIACAL				
RÉCOLTES (*).	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE	AZOTE ABSORBÉ.	RÉCOLTES (*).	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE	AZOTE ABSORBÉ.
	Gram.	Gram.	Gram.	Gram.		Gram.	Gram.	Gram.	Gram.
Soleils. .	82.62	25.586	0.157	0.152	Soleils.. .	145.30	35.862	0.402	0.397
Tabac (T')	103.50	22.436	0.175	0.171	Tabac (T')	255.05	54.475	0.623	0.619
Tabac (t').	92.00	20.780	0.162	0.158	Tabac (t').	207.00	44.958	0.480	0.476
Totalité des récoltes.. . . .		68.802			Totalité des récoltes. . . .		155.295		
Totalité de l'azote. . .			0.494		Totalité de l'azote. . .			1.505	

100 parties de récoltes desséchées à 120° contiennent d'azote :

AIR PUR.		DÉDUCTION FAITE DES CENDRES	AIR AMMONIACAL.		DÉDUCTION FAITE DES CENDRES
Soleils.. . . .	0,61	0,67	Soleils.. . .	1.12	1,22
Tabac (T'). . Tabac (t'). .	0,78	0,87	Tabac (T') Tabac (t').	1,11	1,18

Dans l'air pur, les tabacs n'ont ni fleuri ni fructifié. Dans l'air ammoniacal, la fructification de l'un d'eux a été complète : il a produit 26 capsules qui, desséchées au soleil, pesaient 2gr,60; l'autre a fleuri sans fructifier. Dans l'air

(*) Voyez à l'Appendice, page 176, la balance des cendres.

pur, les soleils ont fleuri et produit 95 graines rudimentaires. Dans l'air ammoniacal, le nombre des graines s'est élevé à 215 ; leur organisation était plus avancée que celle des précédentes.

EXPÉRIENCE DE 1852

VÉGÉTATION DANS L'AIR AMMONIACAL

SEMENCES.	NON DESSÉCHÉES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE.	RÉCOLTES.	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE	AZOTE ABSORBÉ.
	Gram.	Gram.	Gram.		Gram.	Gram.	Gram.	Gram.
Colzas d'aut^mne.	11.68	0.854	0.048	Colzas d'aut^mne.	609.15	115.394	1.171	1.123
Blé de mars. . .	1.76	1.194	0.029	Blé de mars. . .	67.25	25.892	0.230	0.201
Soleils.	0.64	0.588	0.016	Soleils.	260.00	74.299	1.026	1.010
1ers colzas d'été.	40.00	3.971	0.184	1ers colzas d'été.	870.00	156.860	2.372	2.188
Totalité des semences.		6.607		Totalité des récoltes. .		370.445		
Totalité de l'azote. . . .			0.277	Totalité de l'azote. . . .			4.799	

VOLUME DE L'AIR QUI A PASSÉ DANS LES CLOCHES

	VOLUME DE L'AIR A 0° P = 760	AMMONIAQUE AJOUTÉE A L'AIR	RAPPORT DE L'AMMONIAQUE A L'AIR (*)
	Lit.	Gram.	Gram.
Du 4 octobre 1851 au 3 novembre.	57 723,548	9,920	0,00013
Du 4 novembre au 3 décembre.	55 255,214	9,600	0,00013
Du 4 décembre au 3 janvier 1852.	38 620,334	6,400	0,00013
Du 4 janvier au 3 février.. . . .	48 987,412	8,320	0,00013
Du 4 février au 4 mars..	52 847,832	8,960	0,00013
Du 5 mars au 3 avril.	52 686,687	9,280	0,00013
Du 4 avril au 4 mai.	55 407,467	9,600	0,00013
Du 5 mai au 3 juin.	50 837,269	9,280	0,00014
Du 4 juin au 3 juillet.	52 630,978	9,280	0,00014
Du 4 juillet au 3 août.	53 052,706	9,600	0,00014
Du 4 août au 5 septembre. . . .	58 946,087	10,560	0,00014
Du 6 septembre au 11 octobre. .	65 974,107	11,520	0,00013
	642 939,641	112,320 R. MOY.	0,00013

(*) Pour le calcul du rapport de l'ammoniaque à l'air, voyez, à l'Appendice, la fin du premier tableau, du 4 octobre au 3 novembre.

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

	Gram.
Azote des récoltes.	4,799
— des semences..	0,277
— absorbé par les plantes.	Gram. 4,522 (*)

COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS DANS L'AIR PUR ET DANS L'AIR AMMONIACAL

CULTURE DANS L'AIR PUR					CULTURE DANS L'AIR AMMONIACAL				
RÉCOLTES.	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE	AZOTE ABSORBÉ.	RÉCOLTES (*).	VERTES.	DESSÉCHÉES A 120°.	AZOTE	AZOTE ABSORBÉ
	Gram.	Gram.	Gram.	Gram.		Gram.	Gram.	Gram	Gram.
Colzas d'aut^ne.	94.80	27.412	0.226	0.178	Colzas d'aut^ne.	609.15	115.394	1.171	1.123
Blé de mars. .	26.10	12.917	0.065	0.036	Blé de mars. .	67.25	23.892	0.230	0.201
Soleils.	275.00	64.090	0.408	0.392	Soleils.	260.00	74.290	1.026	1.010
1ers colzas d'été	457.10	60.408	0.595	0.422	1ers colzas d'été	870.00	156.860	2.372	2.188
Totalité des récoltes.		164.927			Totalité des récoltes.		370.445		
Totalité de l'azote. . . .			1.294		Totalité de l'azote. . . .			4.799	

Dans l'air pur, la récolte du blé se compose de quarante-cinq grains et de 11^gr,86 de paille, et dans l'air ammoniacal, de soixante-quinze grains et de 21^gr,98 de paille.

100 parties de récoltes desséchées à 120° contiennent d'azote :

AIR PUR		DÉDUCTION FAITE DES CENDRES	AIR AMMONIACAL		DÉDUCTION FAITE DES CENDRES
Colzas d'automne	0,82	0,94	Colzas d'automne	1,02	1,08
Paille.	0,37	0,41	Paille.	0,75	0,82
Grains de blé.. .	2,09	2,16	Grains de blé.. .	3,40	»
Soleils.	0,65	0,77	Soleils.	1,38	1,64
1ers colzas d'été.	0,98	1,18	1ers colzas d'été.	1,51	1,66

(*) Voyez à l'Appendice, page 184, pour la balance des cendres.

Voici comment se décompose la récolte du froment venu dans l'air additionné d'ammoniaque.

CULTURE DE BLÉ DANS L'AIR AMMONIACAL

	PAILLE	GRAINS	NOMBRE DE GRAINS
	Gram.	Gram.	
Récolte verte.	65,10	2,15	75
Desséchée à 120°. . .	21,982	1,91	»
Cendres.	1,890	»	»
Azote.	0,165	0,065	»

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

	Gram.	Gram.
Azote des récoltes.	0,230	
— des semences.	0,029	
— absorbé par les plantes.		0,201

Comparons enfin sous le rapport de la paille et des grains, les deux récoltes obtenues dans l'air pur et dans l'air additionné d'ammoniaque.

COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS DANS L'AIR PUR ET DANS L'AIR AMMONIACAL

AIR PUR.			AZOTE
		Gram.	Gram.
RÉCOLTE.	Paille desséchée à 120°. . .	11,866	0,043
	Grains desséchés à 120°. . .	1,051	0,022
Totalité de la récolte..		12,917	
Totalité de l'azote.			0,065

AIR AMMONIACAL.			AZOTE
		Gram.	Gram.
RÉCOLTE.	Paille desséchée.	21,982	0,165
	Grains desséchés..	1,910	0,065
Totalité de la récolte.		23,892	
Totalité de l'azote.			0,230

En 1850, l'ammoniaque a produit plus d'effet que les années suivantes ; ce résultat n'a rien de surprenant. En 1850, l'air contenait en moyenne 0,00041 d'ammoniaque; en 1851, il n'en contenait que 0,00036, et en 1852 que 0,00015.

Mais, en 1852, les colzas d'automne contiennent moins d'azote que les colzas d'été, et cependant la quantité d'ammoniaque n'a pas changé. Dans ce cas particulier, la différence vient de ce que les premiers ont fleuri, ce que n'ont pas fait les autres. Nous retrouvons dans l'air ammoniacal le même contraste que dans l'air pur; dans les deux cas, la floraison coïncide avec un ralentissement dans l'absorption de l'azote extérieur[1].

Et maintenant arrivons aux effets physiologiques de l'ammoniaque.

I

Si l'on soumet les plantes à l'action de l'ammoniaque, lorsqu'un intervalle de plusieurs mois les sépare de la floraison, la végétation ne présente rien de particulier, elle suit son cours ordinaire. Elle est plus active que dans l'air pur, mais il ne se produit aucun trouble dans la succession des phases qu'elle doit traverser. Mais si l'on change les conditions de l'expérience, si l'on attend qu'une plante soit sur le point de fleurir pour la soumettre à l'action de l'ammoniaque, les phénomènes changent aussitôt. Dans ces nouvelles conditions, la floraison s'arrête ; la végétation prend

(1) Voyez la deuxième partie, p. 66.

un nouvel essor : on dirait que la plante repasse par la phase qu'elle vient de traverser. La tige s'élève et se ramifie dans tous les sens, elle se couvre de nouvelles feuilles ; puis, si la saison n'est pas trop avancée, la floraison, un moment suspendue, s'opère encore, mais toutes les fleurs sont stériles. Si l'on fait l'expérience sur une céréale dont la tige fistuleuse s'oppose à la production de nouveaux rameaux, le phénomène se produit autrement : l'accroissement de la tige s'arrête, et du collet de la racine il part de véritables touffes de chaume qui ont bientôt atteint et dépassé la tige mère, et la plante encore ne donne pas de fruits.

II

Tous ces phénomènes rentrent dans les lois les plus générales de la physiologie.

En effet, tous les êtres organisés sont soumis à une loi de compensation qui maintient l'harmonie entre les fonctions et règle le développement des organes. Toutes les fois qu'un organe prend un développement exagéré, c'est aux dépens d'un autre organe ; et toutes les fois qu'une fonction s'exerce avec trop d'activité, c'est aux dépens d'une autre fonction. Si les organes de la végétation, c'est-à-dire la tige, les branches et les feuilles, se développent au delà d'une certaine mesure, c'est aux dépens des organes de la reproduction. Les fleurs sont stériles et la plante ne donne pas de fruits. Dans l'expérience qui précède, la plante, parvenue au moment de la floraison, a été soumise à l'action des vapeurs ammoniacales ; leur influence a déterminé la formation d'un certain nombre de feuilles : cette brusque

formation de nouveaux organes foliacés a détruit l'équilibre entre les fonctions de la végétation et celles de la reproduction, et a fait prédominer les premières sur les secondes.

III

L'action de l'ammoniaque ne s'exerce pas avec la même intensité pendant toutes les périodes de la végétation ; ses effets sont plus marqués depuis la germination jusqu'à la floraison que depuis cette dernière période jusqu'à la maturation du fruit. Cette différence est facile à comprendre. Jusqu'au moment de la floraison, toute l'activité de la plante réside dans les organes foliacés ; si une influence favorable se produit, elle détermine la formation d'un plus grand nombre de feuilles, lesquelles, étant des organes d'absorption, ajoutent leur effet à la cause qui les a fait naître. Il se passe dans ce cas quelque chose d'analogue à la chute d'un corps. Plus le corps tombe de haut, plus la vitesse est grande lorsqu'il arrive à la surface de la terre, parce que la vitesse qu'il acquiert à chaque instant s'ajoute à l'action constante de la pesanteur. A partir de la floraison, au contraire, toute l'activité de la plante se tourne vers les organes de la reproduction, une partie des feuilles se flétrissent et tombent. Celles qui poussent sont loin d'avoir les mêmes dimensions que les premières ; il en résulte que la surface d'absorption a diminué. D'un autre côté, à partir de la floraison, la plante approche de la limite extrême du développement qu'elle doit acquérir, et la nutrition s'opère avec moins d'activité. Par ces deux considérations, on se rend

compte des effets moins marqués que l'ammoniaque produit pendant la seconde période de la vie des plantes.

IV

L'ammoniaque imprime à la végétation une activité si remarquable, son emploi est si facile et si peu dispendieux, qu'il ne peut manquer de se répandre dans les serres. En Angleterre, on a fait quelques tentatives dans ce sens avec le plus grand succès. De mon côté, j'ai opéré sur deux serres d'orchidées, et le résultat a été le même. Dans ces nouveaux essais, j'ai employé l'ammoniaque à la dose de $0^{gr},25$ par mètre cube, ce qui fait 0,00019; on pourrait sans inconvénient la porter beaucoup plus haut.

En Angleterre, on se borne à frotter un morceau de carbonate d'ammoniaque sur les tuyaux de chauffage; on fait deux fumigations par semaine. Je préfère employer l'ammoniaque mêlée à un grand excès d'acide carbonique et produire un dégagement non interrompu, qu'on entretient comme le feu du calorifère. L'appareil est d'ailleurs très-simple. Il se compose d'un ballon à fond plat et d'un flacon à trois tubulures. Chaque matin on verse dans le ballon quelques morceaux de chaux caustique et un volume déterminé d'une dissolution de sel ammoniac. Le bouchon du ballon porte deux tubes : l'un communique avec un système de tuyaux de plomb qui conduisent les gaz en cinq ou six points différents de la serre; l'autre communique avec le flacon à trois tubulures. Dans ce flacon on met de la craie ou du marbre, et de temps en temps on y verse de l'acide sulfurique étendu d'eau. Il se produit un dégage-

ment d'acide carbonique. Ce gaz passe dans le ballon, se charge d'ammoniaque, et va sortir par des tuyaux de dégagement : ainsi la diffusion des gaz est instantanée et complète. Au commencement, une partie du carbonate d'ammoniaque se dépose dans les tuyaux de plomb, mais il est entraîné bientôt par le courant d'acide carbonique. Pour activer le dégagement de l'ammoniaque, on place le ballon sur une plaque de fonte chauffée par le calorifère. On trouvera dans le chapitre suivant les résultats de cette intéressante application.

V

Pendant les fortes chaleurs de l'été, l'ammoniaque peut occasionner des accidents; on fera bien d'en suspendre l'usage pendant les mois de juin, juillet et août. Ceux que j'ai observés se sont toujours produits dans les mêmes conditions et avec des caractères dont la constance dénote un phénomène bien déterminé. Ils se déclarent de préférence sur les plantes dont la végétation est déjà avancée : les feuilles inférieures jaunissent, se crispent et se dessèchent, bien que l'atmosphère soit saturée d'humidité ; puis le mal s'étend à un certain nombre de feuilles du sommet, et la plante succombe.

Je crois que cet effet est le résultat d'un défaut d'équilibre survenu tout à coup entre les divers éléments absorbés par les feuilles et les racines. Je m'explique. D'une manière générale, les racines sont destinées à pourvoir les plantes de substances minérales. Si l'absorption de ces substances

va au delà d'une certaine limite, les plantes ne peuvent utiliser tout ce qu'elles reçoivent, et il se forme des efflorescences salines à la surface des feuilles. Lorsque, après une forte pluie, le temps se remet au sec, on observe de fréquents exemples de ces sortes d'efflorescences sur les larges feuilles des cucurbitacées. Lorsque, par un concours de circonstances différentes, l'activité des feuilles l'emporte sur celle des racines, l'absorption des éléments organiques devient prédominante. A défaut d'une quantité suffisante de matières minérales, ces éléments ne peuvent recevoir leur emploi; alors il se passe un phénomène remarquable. Ce que les racines n'ont pu amener à la plante, la plante le puise elle-même; il y a résorption de la substance d'une partie des feuilles, et si la résorption va au delà d'une certaine mesure, la plante succombe.

Dans la nature, il se présente souvent des exemples où une partie des organes les plus anciens sont résorbés au profit des organes venus les derniers. Si l'on arrache un pied de pourpier lorsqu'il est en fleur, et si on le met à l'ombre sur une feuille de papier, la végétation continue, la graine se forme et mûrit (*). Or, dans ce cas particulier, les substances minérales contenues dans la graine ne peuvent pas venir du sol, il faut donc qu'elles viennent des tissus mêmes de la plante. Dans les accidents que je signale, il se produit un phénomène du même ordre (**).

(*) Je dois cette observation à l'amitié obligeante de M. Lefebvre, de la maison Vilmorin.

(**) Il est encore possible que l'organisation des tissus soit incomplète, à cause de leur trop rapide formation, et que les plantes ne puissent résister à l'action réunie de la chaleur et des vapeurs ammoniacales. Telle est, du moins, l'opinion que le docteur Lindley m'a paru disposé à se faire des accidents que je signale.

Ces nouvelles études nous conduisent aux propositions suivantes :

1° A la dose de 0,0002, et surtout de 0,0004, l'ammoniaque ajoutée à l'air exerce une influence extraordinaire sur la végétation.

2° Les plantes venues dans l'air ammoniacal sont plus azotées que celles venues dans l'air pur.

3° Au moyen de l'ammoniaque, on peut modifier le cours ordinaire de la végétation, arrêter ou tout au moins ralentir la floraison, et, par suite de ce temps d'arrêt, provoquer un développement remarquable de nouvelles feuilles.

QUATRIÈME PARTIE

EMPLOI DE L'AMMONIAQUE DANS LES SERRES

Jusqu'à présent, ce que j'ai dit des effets de l'ammoniaque sur la végétation se rapporte à des plantes qui étaient cultivées dans le sable calciné; lorsque la culture a lieu dans la bonne terre, à la même dose, l'ammoniaque produit des effets beaucoup plus marqués. Afin de donner plus de rigueur, s'il est possible, aux observations pratiques qui vont suivre, j'exprimerai par quelques chiffres le cours ascendant de cette action. Les quatre expériences que je rapporte ont eu lieu en même temps. On a opéré chaque fois sur trois colzas qui pesaient 0gr,853, desséchés à 120°, et qui contenaient 0gr,048 d'azote.

L'expérience a commencé le 25 septembre 1851 et finit le 12 juin 1852. L'air contenait 0,00015 d'ammoniaque et 1 pour 100 d'acide carbonique.

RÉSULTATS COMPARÉS DES QUATRE CULTURES

	RÉCOLTES DESSÉCHÉES A 120°	AZOTE
	Gram.	Gram.
Colzas cultivés dans le sable calciné et l'air pur. . .	27,54	0,226
Colzas cultivés dans la bonne terre et l'air pur. . . .	51,51	0,840
Colzas cultivés dans le sable calciné et l'air additionné d'ammoniaque..	115,40	1,171
Colzas cultivés dans la bonne terre et l'air additionné d'ammoniaque.	133,15	4,612

OBSERVATIONS PRATIQUES FAITES DANS QUATRE SERRES

SUR L'INFLUENCE DES FUMIGATIONS AMMONIACALES

Ces fumigations ont eu lieu dans quatre serres :

1° Une serre chaude principalement affectée aux orchidées ; 2° une autre serre chaude; 3° une serre à pélargoniums, à cinéraires, à calcéolaires, etc. ; 4° une serre à camellias, à azaléas, etc.

Elles ont commencé le 15 février 1852 et ont été continuées, savoir : dans la serre à orchidées, jusqu'à la fin de juin. C'est, à proprement parler, la seule serre où les fumigations aient été faites avec suite au moyen de l'appareil disposé par M. Ville; elles ont été interrompues pendant les chaleurs et reprises vers la fin d'août. Dans la seconde serre chaude, les fumigations ont été faites moins régulièrement et au moyen de petits ballons contenant quelques morceaux de chaux sur lesquels on versait 15 à 20 grammes de dissolution d'hydrochlorate d'ammoniaque. Ces bouteilles étaient promenées à la main dans les diverses parties de la serre. Des réparations commencées en mai ont inter-

rompu les expériences. Dans les serres à pélargoniums et à camelliaś, les fumigations, faites très-irrégulièrement, ont cessé à la fin d'avril. Les opérations qui ont été continuées avec suite peuvent se résumer de la manière suivante :

1° A la mi-mars, on remarque un changement très-marqué dans la verdure des plantes des serres chaudes. Les feuilles des plantes succulentes sont injectées d'une couleur vert sombre : cette couleur fait bourrelet autour des parties maculées ou froissées. Dans les feuilles en cours de développement, on aperçoit des veines très-foncées de couleur verte qui se ramifient à l'infini et marbrent les tissus. Ces effets sont surtout très-caractérisés dans les *Musa*, *Caladium*, *Crinum*, *Ravenala ;* dans plusieurs espèces d'orchidées, *Phajus*, *Zygopetalum*, *Lycastes*, *Houletia*, etc. Dans la serre à pélargoniums, les plantes, qui, en général, avaient souffert et étaient très-jaunes, ont poussé vigoureusement et développé un feuillage abondant et très-foncé. La serre à camellias et à azaléas ne donne lieu à aucune observation.

2° Au milieu du mois d'avril, la végétation des plantes de serre chaude est remarquable par sa couleur verte et par la force et la grandeur des feuilles. Sur les feuilles des plantes succulentes existe une couche grasse : on dirait que les tissus ont été enduits de mine de plomb. Le développement des parties foliacées se fait rapidement et avec vigueur. Des plantes qui sont ordinairement d'un vert pâle, les *Miltonia*, *Oncidium roseum*, et autres, ont une teinte plus vive. Les *Begonia* ont des feuilles sombres et veinées ; il semble que les plantes à feuillage dur et résistant sont plus vertes qu'à l'ordinaire. Des *Crinum* qui avaient souffert se développent avec une grande vigueur, et prennent de fortes dimensions. Il en est de même des *Musa* et des *Caladium*.

Quelques fleurs d'orchidées, telles que *Phajus grandifolium*, *Cœlia Baueriana* et autres, paraissent avoir des teintes plus foncées et une vivacité de coloris plus grande. Les pélargoniums, les cinéraires et autres plantes de serre froide sont d'un vert et d'une vigueur très-remarquables. Rien d'appréciable dans la serre à camellias, si ce n'est que ces plantes végètent d'une manière assez puissante.

3° Au milieu du mois de mai, les observations ne portent plus que sur les plantes de serre chaude; leur végétation vigoureuse, leur état de santé, la verdure de leur feuillage, frappent tous les yeux. Les plantes succulentes sont surtout remarquables par la grandeur des feuilles, la force des pétioles, le vert foncé du limbe; les tissus sont pour ainsi dire injectés, et l'on suit à l'œil tous les dessins que la couleur verte a faits en circulant dans les vaisseaux. Ces plantes sont fermes et portent bien tous leurs appendices. Les orchidées et plusieurs espèces de plantes dures végètent avec vigueur et très-abondamment. Mais plusieurs plantes qui auraient dû montrer leurs fleurs sont en retard; d'autres qui auraient dû être au repos continuent à végéter; d'autres enfin, dont le repos aurait dû se prolonger, se remettent en végétation avant le temps : on dirait que les fumigations sollicitent les plantes à pousser et prolongent leur période de croissance. Quelques orchidées, qui montrent leurs tiges à fleurs en développant leurs pseudo-bulbes, ont de nombreuses tiges florales; il n'en est pas de même des orchidées à tiges, dont la végétation est presque constante..

4° A la fin de juin, les effets déjà signalés sont encore plus saillants, la végétation de certaines plantes est splendide; l'aspect général est des plus satisfaisants. Beaucoup d'espèces d'orchidées ont développé de nombreux pseudo-bulbes ou de nombreuses tiges; les feuilles sont générale-

ment plus grandes et plus vertes que dans les végétations précédentes. Sur quelques espèces, il semble que cette croissance des feuilles nuit à la formation des pseudo-bulbes, qui n'atteignent pas leur grosseur ordinaire, quoique la partie foliacée soit plus forte. Quelques *Cattleya*, dont les pseudo-bulbes sont toujours dressés, et dont le feuillage est ferme et droit, laissent infléchir leurs feuilles plus longues que de coutume. Il est remarquable que les *Stanhopea*, toutes très-vigoureuses, et qui ont eu un long temps de repos, ne fleurissent pourtant pas. Il l'est encore qu'une très-forte plante d'*Œrides crispum*, qui a trois fortes tiges de un mètre chacune, et qui, par conséquent, aurait dû donner de nombreuses fleurs, n'en montre aucune ; à leur place, et entre les feuilles, il est sorti neuf branches ou tiges nouvelles qui se développent rapidement sans nuire à la croissance des tiges mères. Cette végétation est extraordinaire. Les orchidées à tiges, les *Vanda*, par exemple, végètent bien, mais ne fleurissent pas. Toutes les espèces de broméliacées poussent aussi rapidement et donnent de nombreux rejetons. Du pied d'un *Nepenthes distillatoria*, qui a 2m,50 de haut, il part quatre rejetons, tout en continuant de s'allonger avec vigueur. Un bananier et un *Caladium odorum*, plantés en pleine terre près du bassin, offrent une végétation luxuriante, et produisent de nombreux rejetons.

Au total, la végétation est très-belle, mais la floraison est peu abondante. L'observation précédemment faite, que si les dégagements sont favorables à la croissance des plantes, ils ne le sont pas autant à leur floraison, semble se confirmer. Pendant les mois de juillet et d'août, les dégagements ont été discontinués. Les plantes se sont, en général, bien comportées ; quelques-unes ont vu leurs feuilles

jaunir pendant les fortes chaleurs et sous l'influence des coups de soleil, la floraison a été un peu plus nombreuse, quoiqu'elle ait laissé à désirer. Les expériences ont été reprises depuis trois semaines, et les plantes ont acquis une grande vigueur de végétation. Les mêmes phénomènes déjà signalés continuent à se manifester, les plantes sont particulièrement remarquables par leur teinte verte et leur aspect de santé.

A. GUIBERT.

Passy, le 21 septembre 1852.

On peut éviter facilement l'inconvénient que M. Guibert signale sous le rapport des fleurs. Pour cela, il suffit de faire passer les plantes dans une serre où l'on ne fait pas de fumigations, trois semaines ou un mois avant l'époque où elles fleurissent. Je crois même que, dans ces conditions, l'effet observé sur le *Cœlia Baueriana* se généralisera, et que les fleurs auront des tons plus chauds. L'exemple de l'*Œrides crispum*, qui a poussé neuf bourgeons herbacés au lieu de fleurir, est une belle confirmation des effets que j'ai signalés moi-même.

EMPLOI DE L'AMMONIAQUE POUR LA PRODUCTION DES FRUITS.

Je soumets aux horticulteurs les conjectures suivantes:

D'une manière générale, le fruit est une feuille modifiée. Lorsque ces modifications n'altèrent pas l'épiderme au point de le rendre dur ou corné, le fruit doit participer de la faculté que possèdent les feuilles d'absorber les gaz. Je crois qu'on pourrait favoriser la croissance des melons, des pastèques, des raisins, des pêches, en les exposant à des émanations faibles et constantes d'acide carbonique et d'ammoniaque. Pour les melons, je comprendrais qu'on mît une poignée de bon fumier sous les cloches dont on a l'habitude de les recouvrir, et qu'on le changeât de temps en temps. Dans les serres à vigne, je conseillerais l'emploi du même moyen. De petits tas de fumier placés immédiatement au-dessous du fruit formeraient autour de lui une atmosphère artificielle chargée d'ammoniaque et d'acide carbonique.

Je crois qu'on obtiendrait encore de bons effets sur les arbres à fruits en agissant de la manière suivante. Je ne parle, bien entendu, que des arbres cultivés en espalier dans les serres. La première année on dégagerait dans la serre de l'acide carbonique et de l'ammoniaque. On produirait une végétation très-active : l'arbre se couvrirait de feuilles, les branches et le tronc prendraient plus de force ; mais, à cause de ce développement ligneux, l'arbre produirait peu

de fruits. L'année suivante, on suspendrait les fumigations ammoniacales ; je crois que l'arbre produirait alors beaucoup de fruits, le travail de l'année précédente l'ayant fortifié en faisant prédominer le développement du bois. — Ainsi je conseillerais l'emploi intermittent des vapeurs ammoniacales.

Je comprends encore une troisième manière d'employer l'ammoniaque. Je prendrai la vigne pour exemple. On soumettrait la serre au régime de l'ammoniaque et de l'acide carbonique, et, lorsque l'époque de la floraison approcherait, on dépouillerait la vigne des trois quarts de ses feuilles et l'on suspendrait les fumigations. A la suite de cette double suppression, il est probable que la végétation changerait de cours, et que, ne pouvant continuer de s'exercer au profit du bois, elle tournerait au profit des fruits. Mais, de ces trois moyens, les deux premiers me paraissent mériter plus de confiance. — Cependant je prie le lecteur de ne pas oublier que ce sont ici des conjectures.

N. B. Le lecteur voudra bien remarquer que les prévisions exprimées par l'auteur n'étaient que des inductions théoriques. — J'ai la satisfaction de pouvoir annoncer que l'expérience en a confirmé la justesse. Si l'on projette, sur les grappes de raisins, de l'eau à l'état de fine poussière à l'aide d'un appareil où la division de l'eau est déterminée par un courant d'air, et si cette eau contient en petite quantité du carbonate d'ammoniaque, les grains des grappes

soumis à ce traitement acquièrent un volume double des autres. L'essai en a été fait à Thomery sur des chasselas, et il a complétement réussi. Je consacrerai, dans le second volume, un article à cette intéressante application.

APPENDICE

Je réunis dans l'appendice tout ce qui concerne la construction des appareils que j'ai employés, l'étude des méthodes que j'ai suivies et les données numériques de chaque expérience. Je m'occupe d'abord des appareils et des méthodes, les données numériques viendront en dernier lieu.

Elles sont divisées en deux séries qui comprennent :

1re SÉRIE. — Absorption de l'azote de l'air par les plantes.

Expériences de 1849,
— de 1850,
— de 1851,
— de 1852.

2e SÉRIE. — Influence de l'ammoniaque ajoutée à l'air sur la végétation.

Expériences de 1850,
— de 1851,
— de 1852.

CONSTRUCTION DES ASPIRATEURS

Les aspirateurs qui m'ont servi en 1849 et en 1850 étaient de bois de chêne; ceux que j'ai employés en 1851 étaient de zinc; enfin ceux que j'ai employés en 1852, et qui me servent actuellement, sont de fonte et de tôle de fer. Le fond et la calotte supérieure sont de fonte; les parois sont de tôle. Tous les ajustages sont établis, comme dans les chaudières des machines à vapeur, au moyen de clous rivés; les robinets sont ajustés au moyen de deux platines qu'on fixe à l'aide de boulons à vis. Entre la platine du robinet et la platine correspondante de l'aspirateur, on met une couche de mastic au minium et à l'huile de lin; on serre ensuite les boulons : c'est le système adopté dans la grande mécanique. Le thermomètre T et les tubes de verre sont ajustés au moyen de presse-étoupe. L'étoupe employée est enduite de mastic au minium. L'aspirateur porte sur sa hauteur deux fortes cornières C et C′ qui en assurent la soli-

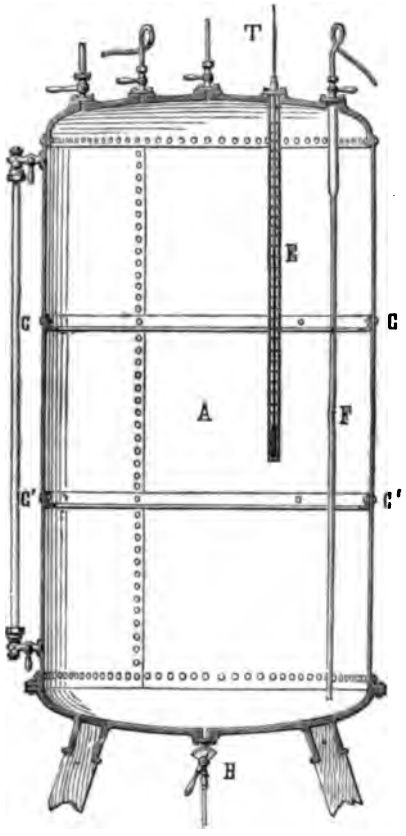


Fig. 5.

dité. L'entrée de l'air a lieu par le tube F ; l'aspirateur fait vase de Mariotte, et l'écoulement est constant. La coupe ci-jointe (*fig.* 5) permet de se rendre compte de tous les détails de construction, sans qu'il soit nécessaire d'y joindre une légende plus détaillée. Je ferai remarquer cependant que le robinet B porte une aiguille dont les indications servent à en régler l'ouverture.

COMMENT ON A JAUGÉ LES ASPIRATEURS

Le moyen est très-simple et d'une grande précision. A

Fig. 6.

(*fig.* 6) est un grand ballon dont on a déterminé la capacité.

L'aspirateur étant plein d'eau, on remplit le ballon, on le vide, et l'on recommence la manœuvre jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'eau dans l'aspirateur. Pour faciliter l'opération, on met le ballon sur une table qui porte au milieu une ouverture circulaire du même diamètre que l'équateur du ballon et une échancrure sur le côté. Les parois de l'ouverture sont garnies d'un bourrelet de drap; de cette manière on renverse le ballon sur lui-même avec la plus grande facilité, le col passe par l'échancrure. Afin que le remplissage se fasse toujours dans les mêmes conditions, on a muni le col d'une armature conique qui porte deux tubes. On a introduit l'eau par le tube T, et lorsque son niveau arrive dans le tube t, à une marque M, on arrête l'écoulement, on renverse le ballon, et on le laisse égoutter chaque fois pendant une minute. La formule suivante donne la capacité de l'aspirateur : $\frac{nP+p}{\delta}$. nP étant le nombre des ballons pleins; p, la fraction du ballon qui termine l'expérience; δ, la densité de l'eau à la température où se fait l'opération.

Voici les deux pesées qui ont fourni la capacité du ballon :

Poids du ballon plein.	20 kilogr. 330gr,85
Température de l'eau..	13°,5
Baromètre.	748,50 — 14°
Poids du ballon vide.	1 kilogr. 876gr,45
Température intérieure du ballon. . .	13°
Baromètre.	748,00 — 15°.

D'où l'on tire 18lit,465 pour la capacité du ballon à 13°,
et 18lit,479 pour la capacité du ballon à 21°.

Je me suis servi, pour ces deux pesées, d'une grande

balance de Parent, qui fait partie des collections du Conservatoire des arts et métiers, que M. Pouillet, alors administrateur de cet établissement, avait mise à ma disposition.

ASPIRATEURS DE BOIS EMPLOYÉS EN 1849 ET EN 1850

N° 1. 35 ballons + 11 kilogr. 380gr,22, l'eau à 21°.
CAPACITÉ à 21° = 658lit,158.

N° 2. 34 ballons + 12 kilogr. 624 gr., l'eau à 21°.
CAPACITÉ à 21° = 640lit,918.

N° 3. 36 ballons + 14 kilogr. 400 gr., l'eau à 21°.
CAPACITÉ à 21° = 679lit,653.

ASPIRATEURS DE ZINC EMPLOYÉS EN 1851

N° 1. 59 ballons + 17 kilogr. 714 gr., l'eau à 10°.
CAPACITÉ à 12° = 1107lit,171 ; à 21° = 1108lit,050.

N° 2. 60 ballons + 00 kilogr. 000 gr., l'eau à 11°.
CAPACITÉ à 12° = 1107lit,858 ; à 21° = 1108lit,747.

N° 3. 59 ballons + 16 kilogr. 457 gr., l'eau à 15°.
CAPACITÉ à 12° = 1105lit,571 ; à 21° = 1106lit,450.

ASPIRATEURS DE FER EMPLOYÉS EN 1851 ET EN 1852

N° 1. 108 ballons + 5 kilogr. 800 gr., l'eau à 6°.
CAPACITÉ à 12° = 1998lit,916 ; à 21° = 1999lit,555.

N° 2. 106 ballons + 16 kilogr. 042 gr., l'eau à 5°.
CAPACITÉ à 12° = 1973lit,250 ; à 21° = 1973lit,880.

N° 3. 107 ballons + 10 kilogr. 203 gr., l'eau à 12°.
CAPACITÉ à 12° = 1985lit,745 ; à 21° = 1986lit,380.

On a pris dans les calculs :

1° Pour densité de l'eau, d'après la table d'Hallstrom, à 10° = 0,9997825
— — — à 13° = 0,9995080
— — — à 15° = 0,9992647
2° Pour la dilatation cubique du zinc, d'après Smeaton. . = 0,0000882
3° Pour la dilatation cubique du fer, d'après M. Lamé. . = 0,0000355
4° Pour la dilatation du verre, d'après M. Lamé. . . . . = 0,0000258

En 1849 et en 1850, on n'a pas tenu compte des changements de volume que les aspirateurs éprouvent par la température, la dilatation du bois de chêne étant à peu près nulle. Mais en 1851, les aspirateurs étant de zinc, les changements de volume étaient assez importants pour n'être pas négligés ; on a donc déterminé le volume des aspirateurs aux deux températures 12° et 21°, et l'on prenait l'un de ces deux volumes suivant que la température de l'expérience s'en rapprochait le plus. En 1852, les aspirateurs ayant une capacité double, et les expériences s'étant prolongées pendant tout l'hiver, on a eu des changements de température plus étendus. Pour donner aux calculs toute la précision désirable, on a construit des tables d'interpolations pour chaque aspirateur, qui vont de 3 en 3 degrés depuis 0° jusqu'à 30° (*). Voici les éléments des tables qu'on a employées.

(*) On n'a pas construit de table d'interpolations pour l'aspirateur n° 3. Pour les 13e, 14e et 15e déterminations de l'ammoniaque de l'air, p. 51, 52, 53, on a pris le volume de l'aspirateur à 12°. Pour la 16e détermination, p. 54, on a pris le volume du même aspirateur à 21°.

ASPIRATEURS N° 1

		Lit.			Différences.
0° . . .	Vol. =	1998,064	Log. =	3,3006095	
3° . . .	» =	» ,277	» =	» 6558	= 463
6° . . .	» =	» ,490	» =	» 7020	= 462
9° . . .	» =	» ,703	» =	» 7483	= 463
12° . . .	» =	» ,916	» =	» 7946	= 463
15° . . .	» =	1999,129	» =	» 8408	= 462
18° . . .	» =	» ,342	» =	» 8871	= 463
21° . . .	» =	» ,555	» =	» 9334	= 463
24° . . .	» =	» ,768	» =	» 9796	= 462
27° . . .	» =	» ,981	» =	3,3010259	= 463
30° . . .	» =	2000,194	» =	» 0721	= 462

ASPIRATEURS N° 2

		Lit.			Différences.
0° . . .	Vol. =	1972,410	Log. =	3,2949972	
3° . . .	» =	» ,620	» =	3,2950434	= 462
6° . . .	» =	» ,830	» =	» 0897	= 463
9° . . .	» =	1973,040	» =	» 1359	= 462
12° . . .	» =	» ,250	» =	» 1821	= 462
15° . . .	» =	» ,460	» =	» 2283	= 462
18° . . .	» =	» ,670	» =	» 2745	= 462
21° . . .	» =	» ,880	» =	» 3207	= 462
24° . . .	» =	1974,090	» =	» 3669	= 462
27° . . .	» =	» ,300	» =	» 4131	= 462
30° . . .	» =	» ,510	» =	» 4593	= 462

ESSAI DES ASPIRATEURS

L'essai d'un aspirateur est très-simple. On fait écouler une certaine quantité d'eau, de manière à lui faire suppor-

ter une pression extérieure de 49 à 50 centimètres de mercure ; on observe alors la température intérieure, le manomètre et le baromètre, et l'on abandonne l'appareil à lui-même pendant vingt-quatre heures. Lorsque la température intérieure est revenue à son point initial, on observe de nouveau le baromètre et le manomètre, et si l'aspirateur ne perd pas, on trouve que l'air intérieur possède la même force élastique que dans le premier cas.

ASPIRATEURS DE ZINC. — 21 mai 1851

ASPIRATEUR N° 1

	11 heures du matin.	7 heures du soir.
Température intérieure..	14°,9	14°,7
Baromètre..	770mm,15 — 14°	769mm,45 — 13°
Manomètre.	40mm,75	40mm,50

Différence entre les deux observations. . . . . 0mm,35.

ASPIRATEUR N° 2

	11 heures du matin	7 heures du soir.
Température intérieure..	15°,4	14°,6
Baromètre..	770mm,15 — 14°	769mm,45 — 13°
Manomètre..	41mm,25	40mm,50

Différence entre les deux observations. . . . . 0mm,17.

ASPIRATEURS DE FER. — 1853

J'ai essayé ces aspirateurs en 1851 ; mais j'ai voulu les soumettre à une nouvelle épreuve après dix-huit mois de service.

Voici les résultats de cette dernière épreuve :

ASPIRATEUR N° 1

	18 septembre, 9 heures du matin.	19 septembre, midi.
Température intérieure. .	19°,5	19°,5
Baromètre.	766mm,51 — 17°,5	767mm,14 — 21°,5
Manomètre.	84mm,50	85mm,50

Différence entre les deux observations. . . . . 0mm,86.

ASPIRATEUR N° 2

	9 octobre, 11 heures du matin.	10 octobre, 3 heures de l'après-midi.
Température intérieure. .	16°,00	16°,00
Baromètre.	750mm,55 — 15°,00	750mm,95 — 16°,5
Manomètre..	47mm,00	47mm,50

Différence entre les deux observations. . . . . 0mm,28.

ASPIRATEUR N° 3

	17 septembre, 9 heures du matin.	18 septembre, 10 heures.
Température intérieure. .	16°,7	16°,7
Baromètre.	759mm,15 — 18°,0	764mm,39 — 17°,5.
Manomètre.	85mm,00	88mm,00

Différence entre les deux observations. . . . . 0mm,29.

CONSTRUCTION ET MONTAGE DES LAVEURS

QUI ONT SERVI POUR DOSER L'AMMONIAQUE DE L'AIR

Les laveurs sont formés essentiellement de trois parties, de deux éprouvettes de hauteurs inégales et d'un disque de cuivre doré, qui est divisé au milieu par une cloison qui porte onze trous (*fig.* 7).

A, éprouvette supérieure. B, disque vu de face. C, éprouvette inférieure. Les deux éprouvettes s'ajustent à frottement sur le disque, comme le bouchon d'un flacon à l'émeri. La vue de l'appareil suffit pour en comprendre le jeu. Lorsqu'on aspire par le tube T, on diminue la pression dans l'éprouvette C; l'air tend donc à passer de l'éprouvette A dans l'éprouvette C : c'est, en effet, ce qui a lieu lorsque la différence des pressions en A et en C est égale au poids de la colonne de liquide dans laquelle plongent les tubes *t*. Il faut beaucoup de soin pour monter convenablement ces laveurs. Voici comment on procède. On prend des tubes de verre *t* qu'on effile par un bout et qu'on renfle légèrement au bout opposé (*); on les choisit de même diamètre que les trous du disque B. On introduit dans l'éprouvette C une couche de sable sur laquelle on pose un disque de carton; on maintient l'éprouvette dans la position verticale à l'aide d'un support. On chauffe avec une lampe à esprit-de-vin le disque B; lorsqu'on ne peut plus le tenir dans la main, on le place sur l'éprouvette C. On chauffe alors l'extrémité de chaque tube, on y met un peu de cire à cacheter, et on l'introduit dans un trou du disque. La cire à cacheter garnit le trou et fixe le tube. On répète la même manœuvre pour chaque trou du disque. Celui-ci se trouve à la fin muni de dix tubes dont les pointes sont exactement sur le même plan. Le tube T par lequel se fait l'aspiration s'ajuste comme les

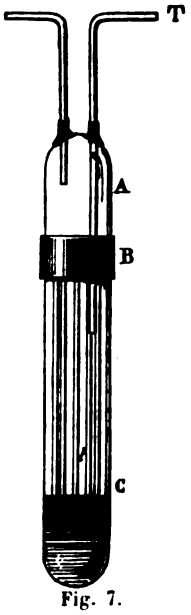


Fig. 7.

(*) Voyez la figure 2, p. 29.

autres; il n'en diffère que parce que son extrémité inférieure s'arrête à $0^m,03$ au-dessous de la cloison du disque, au lieu de plonger dans le liquide.

Lorsque tous les tubes sont en place, on coule sur la cloison supérieure du disque une couche de mastic, obtenu en fondant ensemble 1 partie d'huile d'olive, 3 parties de cire blanche et 1 partie de térébenthine; pendant que le mastic est encore bouillant, on ajuste l'éprouvette A sur le disque. Lorsqu'il est refroidi, on enlève l'éprouvette C, on renverse le disque B, et l'on coule une nouvelle couche de mastic bouillant sur la face qui recouvre l'éprouvette C.

NOUVELLE MÉTHODE POUR DOSER L'AMMONIAQUE DE L'AIR

Au lieu de procéder comme je l'ai indiqué dans la première partie, et d'employer les laveurs précédents, on peut suivre une autre méthode qui est plus facile et aussi exacte. On prend deux laveurs indiqués figure 8; on remplit les deux boules inférieures avec une dissolution d'acide oxalique; on met les deux laveurs en communication au moyen d'un tube de caoutchouc; on termine l'appareil par un ballon à fond plat qui porte deux tubes : l'un communique avec un laveur, et l'autre avec un aspirateur. Ce ballon a pour but de retenir la petite quantité de dissolution acide que l'air entraîne en se lavant. Lorsqu'on a fait passer dans l'appareil un volume d'air suffisant, on évapore la dissolution d'acide oxalique au bain-marie, et l'on brûle le résidu au moyen de la chaux

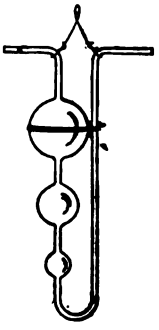


Fig. 8.

sodée dans un tube à analyse organique; on dose ensuite l'ammoniaque par la méthode des volumes. On pourrait encore, et avec plus d'avantage, se servir d'acide hydrochlorique étendu d'eau pour laver l'air, puis ajouter au liquide un excès d'oxalate neutre de potasse, et terminer l'opération comme dans le premier cas.

Pour que ces nouveaux laveurs fonctionnent bien, il faut que le diamètre intérieur des tubes qui relient les boules entre elles n'ait pas plus de 1/2 millimètre de diamètre (*). Au moyen des laveurs à pointes, on peut opérer sur un volume d'air beaucoup plus considérable, et le lavage est plus complet; cependant les laveurs à boules sont d'un bon usage.

CONSTRUCTION DES CLOCHES

Les cloches (*fig.* 9) ont 2 mètres de haut sur 0m,90 de large; elles sont à six faces. La charpente est de fer étamé; chaque cadre est revêtu à l'intérieur de fortes tringles de fer. Les verres ont 2 millimètres d'épaisseur; on les ajuste dans des cadres séparés qu'on soude ensuite sur la cloche.

L'intérieur et l'extérieur sont peints au minium; le fond intérieur reçoit une dernière couche d'huile de lin cuite dans laquelle on délaye du blanc de zinc. A l'extérieur, on recouvre chaque montant d'une bande de toile enduite de minium délayé dans de l'huile siccative. Chaque bande déborde les montants du cadre et adhère au verre sur une largeur de 1 centimètre au moins. Un des cadres inférieurs est mobile; on le fixe au moyen

(*) Le principe de ces nouveaux laveurs m'a été indiqué par M. Chatin. Voyez p. 34, à la note.

de boulons à vis; c'est l'ouverture par laquelle on entre et l'on sort les pots. Entre la cloche et le cadre, on met une forte couche de mastic. En serrant les boulons, on ferme

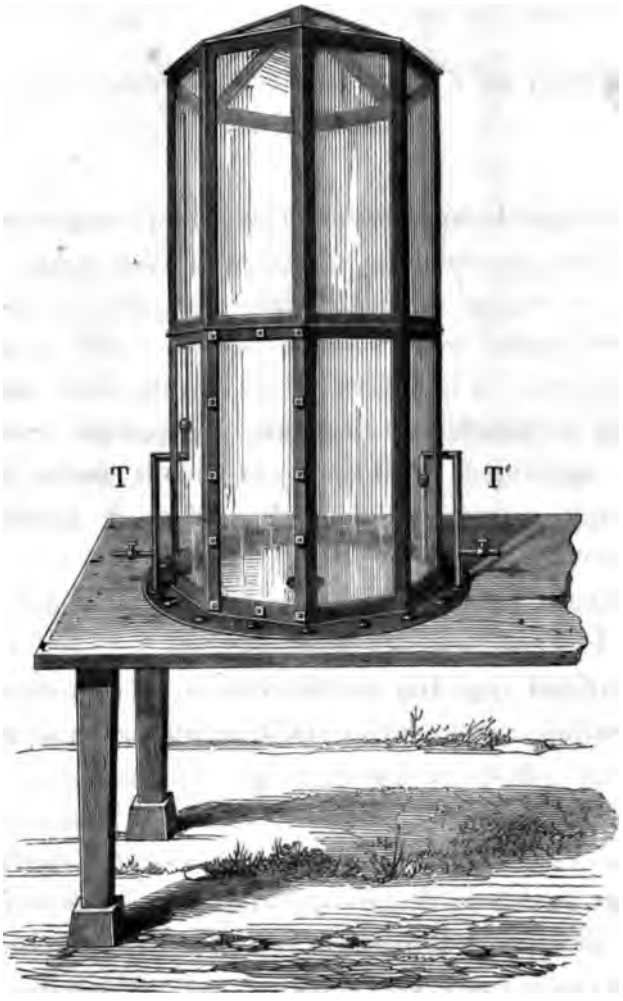


Fig. 9.

la cloche hermétiquement. L'air entre par le tube T et sort par le tube T'; de cette manière, il descend du sommet de la cloche, et le renouvellement est plus complet. Pour es-

sayer les cloches on procède comme pour les aspirateurs : on leur fait supporter pendant vingt-quatre heures une pression extérieure de 8 à 10 centimètres d'eau.

DÉGAGEMENT DE L'ACIDE CARBONIQUE DANS L'INTÉRIEUR DES CLOCHES

Pour régler le dégagement de l'acide carbonique, on s'est servi d'une pendule qui, à des intervalles égaux, laisse passer un courant électrique dans une paire de bobines. L'électro-aimant produit par le courant ouvre le robinet d'une pipette, et la pipette laisse écouler, dans une dissolution de bicarbonate de soude, une quantité constante d'acide sulfurique. Avant de passer dans la cloche, l'acide carbonique se lave dans une dissolution de bicarbonate de soude.

La figure 10 représente une coupe de robinet, et la figure 11 l'ensemble de l'appareil.

Le robinet (*fig.* 10) est très-simple ; il se compose de deux parties essentielles A et D. A est un disque de fer qui porte un cylindre de cuivre B qui est terminé en cône. D est un cylindre creux qui porte à son milieu un cône rentrant dans lequel le cône du cylindre B s'ajuste exactement. Lorsque, au moyen de l'électro-aimant, on soulève le disque A, le cylindre B monte et l'ouverture O est mise à découvert ; alors l'air extérieur entre et le liquide de la pipette s'écoule. Si le courant passe pendant trois secondes, il s'écoule pendant un temps égal. Suivant la quantité d'acide carbonique qu'on veut dégager, on emploie un acide sulfurique plus ou moins fort ou une pipette plus ou

moins grande. C et C′ sont des petits ressorts à boudin qui font descendre le disque B lorsque le courant ne passe

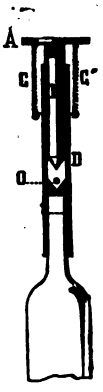


Fig. 10.

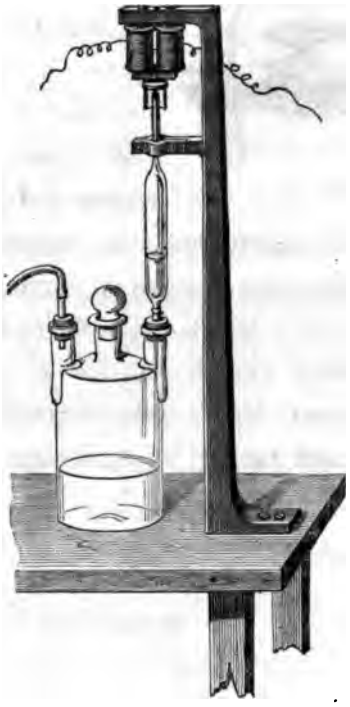


Fig. 11.

plus. La pendule et les robinets ont été construits par M. Breguet.

PINCES POUR SERRER LES TUBES DE CAOUTCHOUC

Le dessin (*fig.* 12) explique assez l'usage des nouvelles pinces pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y joindre beaucoup d'explications. Pour s'en servir, on prend un morceau de tube de verre, on le passe dans le tube de caoutchouc dont on a besoin. On passe celui-ci dans les cordons de la pince,

on tire un des bouts de chaque cordon de manière à serrer un peu le tube. On maintient les cordons en place au moyen des deux vis V V′ autour desquelles on les enroule; on retire alors le tube de verre : la pince est prête à servir. En tournant le bouton B, on éloigne ou l'on rapproche les deux platines de cuivre et l'on serre plus ou moins le tube de caoutchouc. Le même caoutchouc peut servir très-longtemps. Lorsqu'on emploie des tubes de caoutchouc galvanisé, il faut les faire tremper pendant une dizaine de jours dans une dissolution de potasse, puis les laver à grande eau : après cette préparation, ils ne cèdent plus de soufre aux gaz qui les traversent.

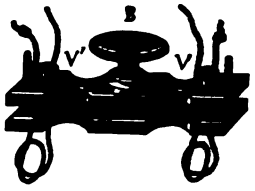


Fig. 12.

DOSAGE DE L'AZOTE

On a toujours fait les combustions avec la chaux sodée, et dosé l'azote par la méthode des volumes. L'analyse de chaque substance a été faite au moins deux fois; on opérait chaque fois avec deux acides de titres différents et assez distants l'un de l'autre. J'ai remarqué qu'il y avait avantage à opérer sur de petites quantités de matière; des tubes de 20 à 25 centimètres suffisent pour faire la combustion, mais alors il faut employer des acides très-faibles : ceux qui m'ont servi variaient entre 0gr,023 et 0gr,015 d'azote pour 10 centimètres cubes d'acide. Depuis plusieurs années, je fais les combustions avec un nouvel appareil dans lequel on remplace le charbon par deux chalumeaux dont les flammes se croisent et enveloppent le tube. Pour

régler l'étendue des flammes, il suffit de tourner un tube à hélice qui découvre successivement les trous des chalumeaux. Ce nouvel appareil sera décrit dans le second volume.

DOSAGE DES CENDRES

Le dosage des cendres est une opération laborieuse que les chimistes les plus habiles se sont appliqués à simplifier sans y avoir complétement réussi. Les procédés de combustion se réduisent essentiellement à deux : le premier est fondé sur l'emploi de la lampe à esprit-de-vin, et le second sur celui du fourneau à moufle. L'un et l'autre présentent de grands inconvénients. Si l'on opère sur une quantité un peu forte de matière, on ne peut pas employer la lampe à esprit-de-vin, à cause de la dépense qu'elle occasionne. La lampe à esprit-de-vin a, de plus, l'inconvénient de produire une température trop élevée sur les points du creuset que la flamme frappe; il est bien rare que les cendres ne se frittent pas en partie. L'emploi du fourneau à moufle est commode, si l'on ne considère que la rapidité d'exécution; cependant il est bien difficile de régler la chaleur, et la combustion se fait presque toujours à une température trop élevée. Pour obvier à une partie de ces inconvénients, M. Boussingault avait eu l'idée de remplacer la lampe à esprit-de-vin par une lampe à huile. A cet effet, il plaçait un creuset de platine au sommet de la cheminée d'une lampe Carcel. Dans ces conditions, les cendres sont très-blanches, mais la combustion exige de six à huit heures, et avant qu'elle soit terminée, il arrive presque toujours qu'il se forme un dépôt de noir de fumée sur un point du

creuset; la lampe fume, et l'opération est presque inévitablement perdue. Le procédé que je propose est fondé aussi sur l'emploi de la lampe à huile, mais j'évite cet inconvénient. Au moyen des verres que je vais décrire, toute lampe à mèche circulaire (*fig.* 13) devient un fourneau fumivore des plus commodes et des plus économiques. On peut placer le creuset dans le centre de la flamme, régler la température avec la plus grande facilité, et la faire varier dans des limites très-étendues. Pour cela, on adapte à une lampe ordinaire, dont la mèche a 18 millimètres de diamètre, un verre qui a la forme indiquée (*fig.* 14). Ce verre repose sur une galerie qui glisse à volonté sur le cylindre qui porte la mèche; on peut, à volonté, descendre et monter la galerie, et faire varier la hauteur de l'étranglement du verre. Une lampe ainsi disposée est absolument fumivore. On produit facilement, à son aide, la température du rouge-cerise, et l'on descend, par des degrés insensibles, aux températures les plus basses. Si l'on voulait produire une température plus élevée, il suffit de surmonter le verre d'une petite cheminée de cuivre, comme le représente la figure 13; mais, dans un grand nombre de cas, la cheminée est inutile : la lampe n'en est pas moins fumivore. La dimension du verre a beaucoup d'importance. Pour une lampe dont la mèche a

Fig. 13.

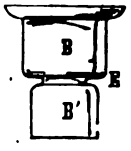


Fig. 14.

18 millimètres, il faut que le verre ait 12 centimètres de hauteur; le boisseau inférieur B′ doit avoir 6 centimètres de diamètre; le boisseau supérieur B, 8 centimètres, non compris le rebord; l'étranglement E doit avoir 22 millimètres. Les lampes dites à modérateur sont les meilleures.

Pour rendre leur emploi plus commode, je me sers d'une table qui porte un certain nombre d'ouvertures sur toute sa longueur et une traverse immédiatement au-dessous. On fait passer chaque lampe dans une ouverture séparée; il n'y a que le bec de lampe qui sort de la table. On peut en avoir ainsi cinq ou six, et surveiller plusieurs opérations en même temps sans le moindre embarras.

DOSAGE PROPREMENT DIT

On prend 1 gramme ou 1 gramme 1,2 de matière; on l'introduit dans un creuset de platine couvert, et on la carbonise à la lampe. On réduit le charbon en poudre fine dans un mortier d'agate; on le verse dans l'entonnoir (fig. 15). Pour empêcher le charbon de tomber, on introduit dans la tige de l'entonnoir un petit tampon de coton; à l'aide d'un autre petit tampon, on ramasse tout ce qui reste de charbon dans le mortier, et l'on fait glisser ce nouveau tampon dans la tige de l'entonnoir : le charbon se trouve ainsi rassemblé entre deux tampons de coton, *t*, *t*.

On remplit l'entonnoir d'eau bouillante, et on laisse filtrer tout doucement. Par l'évaporation de l'eau, on obtient le poids des cendres solubles. Lorsque la filtration est achevée, à l'aide d'un tube de verre on pousse le tampon supérieur et l'on fait tomber le charbon et les deux tampons dans un

creuset de platine; on met le creuset à l'étuve. Dès que la matière est sèche, on met le creuset sur la lampe, et la combustion se fait alors avec la plus grande facilité. Le poids des cendres obtenues, moins celles laissées par le coton, représente le poids des cendres contenues dans la matière. 1 décigramme de coton suffit pour chaque dosage. L'emploi du coton a l'avantage de réunir le charbon en un point déterminé de l'entonnoir, d'où on le retire sans en laisser la moindre parcelle, car le tampon supérieur fait l'effet d'un piston et nettoie la douille de l'entonnoir, lorsqu'on le pousse avec un tube de verre pour le faire sortir.

Fig. 15.

Si l'on opère sur des matières riches en phosphates, il faut laver le charbon avec de l'eau aiguisée d'acide hydrochlorique. Dans ce cas, je modifie le procédé de la manière suivante. Lorsque le charbon est introduit dans l'entonnoir, je bouche la douille à l'aide d'un petit bouchon de liége, et je verse 1 gramme d'acide hydrochlorique sur le charbon. Après douze heures de digestion, je remplis l'entonnoir d'eau bouillante, et je procède comme à l'ordinaire. Pour évaporer les eaux de lavage, je me sers d'un petit bain de sable chauffé lui-même par une lampe.

On jugera de la précision de ce procédé par les dosages suivants :

	Gram.
Paille	1,0000
Cendres solubles	0,0155
— insolubles	0,0465
Pour 100	6,20.

	Gram.
Même paille.	1,0000
Cendres solubles.	0,0150
— insolubles.	0,0180

Pour 100. . . . . 6,30.

	Gram.
Colzas desséchés à 90°.	0,9245
Cendres solubles.	0,0955
— insolubles.	0,1015

Pour 100. . . . . 21,31.

	Gram.
Mêmes colzas.	1,2820
Cendres solubles.	0,1320
— insolubles.	0,1385

Pour 100. . . . . 21,11.

SEMIS

Comme plantes à semer, je recommande le soleil, le blé et le cresson; leurs tiges droites, leurs feuilles peu charnues, les mettent à l'abri des moisissures et les rendent très-propres au genre d'expériences qui nous occupe. Le colza et le tabac sont aussi d'un bon emploi, mais comme plantes à repiquer. Pour que les semis réussissent bien dans un sol froid comme le sable, il ne faut pas enfoncer les graines de plus de 1 centimètre, et il ne faut pas tasser la terre; il faut aussi éviter les variations de température. et, autant que possible, les changements d'humidité dans l'état du sol. Ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de préparer quatre ou cinq pots qu'on enferme dans une cloche. Lorsque la germination est achevée, on choisit ceux qui ont le

mieux levé et l'on jette les autres. Il est très-important d'avoir une ou deux cloches exclusivement réservées pour les semis et les repiquages.

REPIQUAGE DES PLANTES

Pour qu'une plante repiquée dans le sable reprenne, la première condition c'est d'opérer dans le sable pur. Il ne faut ajouter les cendres ou les matières salines que lorsque les racines ont atteint la fente inférieure des pots. Si l'on veut opérer par repiquage, il faut faire au moins quatre semis à huit jours d'intervalle, afin que si les plantes repiquées les premières ne reprennent pas, on en ait d'autres pour les remplacer. Pour savoir si une plante a bien repris, il faut environ huit jours, et, pendant ce temps, les plantes qui sont dans la bonne terre prennent trop de développement pour remplacer les premières, si le repiquage avait manqué : au moyen de semis échelonnés, on se met à l'abri de cet inconvénient. Lorsque le temps est très-chaud, il arrive souvent que des plantes qui ne devraient pas fleurir, fleurissent néanmoins. Un semis fait quinze jours plus tard en fournit qui ne fleuriront pas, et, grâce à la précaution que je recommande, on ne se trouve pas arrêté.

Lorsque les plantes qu'on veut repiquer ont 8 à 10 centimètres de haut, on cesse de les arroser. Deux ou trois jours après, on les arrache sans fatiguer les racines; on détache avec soin la terre qui adhère au chevelu, puis on choisit celles sur lesquelles on opérera : on fait en sorte qu'elles soient aussi semblables que possible. On en prend une à laquelle on arrache une feuille ou deux pour qu'elle

pèse un peu moins que les autres, on la met sur un plateau de la balance, et l'on s'en sert comme d'un étalon invariable pour peser toutes les autres. Il se fait à la surface des feuilles une évaporation très-active qui empêche qu'on se serve de poids. La deuxième plante qu'on pèse contient moins d'eau que la première; mais comme la plante qui sert d'étalon a éprouvé une perte égale, il y a compensation. Lorsque les pesées sont finies, on prend le poids de la plante-étalon, on la fait ensuite sécher et l'on détermine, à son aide, le poids de la matière sèche de toutes les autres.

Revenons au repiquage. Le sable qui sert aux repiquages doit être humide; il ne faut pas le tasser. On fait un trou qui descend presque jusqu'à la couche de brique; on étale bien les racines de la plante et on les recouvre avec le sable à l'aide d'une fourchette. On enferme ensuite les pots dans une cloche au fond de laquelle il y a une couche d'eau distillée, on met la cloche à l'abri du soleil. On fait passer un courant d'air dans la cloche et tous les soirs on l'ouvre pour mouiller les plantes avec de l'eau distillée fraîche. Je n'ai jamais opéré par repiquage que sur le colza et le tabac, je pense que les autres plantes demandent les mêmes soins. Lorsque la plante a bien repris, on ajoute les cendres, on les mêle avec la couche supérieure du sable : si on les eût ajoutées avant, les plantes auraient repris difficilement, et l'on eût perdu beaucoup. 8 à 10 grammes de cendres suffisent amplement pour 2 kilogrammes de sable. Il y a toute sorte d'avantage en employant des cendres frittées, c'est-à-dire à demi fondues. Dans ma première note insérée dans le XXIe volume des *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (*), il est dit qu'on mêle avec le sable 5 pour 100

(*) Séance du 21 octobre 1850.

de cendres. Il y a erreur : c'est 1 pour 100 qu'il faut lire. Pour produire une grande absorption d'azote, il faut semer les colzas le 20 mai et les repiquer du 15 au 20 juin.

Si l'on opère sur des plantes repiquées, l'expérience va beaucoup plus vite que par semis. On ne peut pas se faire une idée du développement que prennent les colzas. Cette plante cependant a un inconvénient : à mesure que les feuilles inférieures jaunissent, elles sont envahies par des moisissures, et il faut, de toute nécessité, ouvrir les cloches et couper les feuilles une fois tous les mois ; sans cette précaution, on s'exposerait à voir toute la plante envahie. Le colza est attaqué par de petits pucerons blancs qui font beaucoup de ravages ; lorsqu'une cloche en est une fois infestée, il est bien difficile de les détruire. Pour s'y soustraire, il faut examiner avec soin les feuilles de chaque plante pendant toute la durée de la mise en train ; on écrase sur les feuilles mêmes les œufs et les insectes qu'on y découvre. Le colza est encore attaqué par les chenilles ; ici le danger est plus grand, car on ne s'aperçoit souvent de leur présence que lorsqu'elles ont dévoré le cœur de la plante et que l'expérience est perdue. Le remède est le même que pour les pucerons. On découvre souvent la présence d'une chenille par les fientes qu'elle dépose sur les feuilles et le sable du pot. Si l'on examine chaque plante avec soin tous les jours, pendant toute la durée du repiquage, on évite ces accidents. On comprend dès lors combien il est important de procéder avec soin à cet examen.

PREMIÈRE SÉRIE

ABSORPTION DE L'AZOTE DE L'AIR PAR LES PLANTES

EXPÉRIENCE DE 1849

DONNÉES NUMÉRIQUES

SEMENCES

DOSAGE DE L'EAU.

	Gram.
Graine de cresson	1,000
— desséchée à 120°	0,897
Eau pour 100	10,3
Graine de lupin	1,000
— desséchée à 120°	0,880
Eau pour 100	12,00

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II	III
	Gram.	Gram.	Gram.
Graine de cresson	1,00	1,3215	0,702
Titre de l'acide normal	25,5	27,6	27,3
— — après l'analyse	18,9	18,3	20,6
Azote pour 100	4,51	4,46	4,49

	Gram.
10cc de l'acide des analyses I et II.	= 0,175 Az.
10cc de l'acide de l'analyse III.	= 0,1288 Az.

Azote en moyenne = 4,48 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Graine de lupin.	0,80	0,203
Titre de l'acide normal.	27,60	22,9
— — après l'analyse.	20,40	9,1
Azote pour 100.	5,68	5,72

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,175 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0193 Az.

Azote en moyenne = 5,70 pour 100.

RÉCOLTES

Toutes les récoltes ont d'abord été desséchées à 80°, et c'est en cet état qu'on les a analysées. Voici donc leur poids après cette première dessication :

	RÉCOLTES VERTES	DESSÉCHÉES A 80°
	Gram.	Gram.
Cresson.	35,65	10,06
Lupin.	29,47	6,821

DOSAGE DE L'EAU

	Gram.
Récolte de cresson desséchée à 80°.	1,000
— — — à 120°.	0,868
Eau pour 100	13,2

	Gram.
Récolte de lupin desséchée à 90°	1,000
— — — à 120°	0,890
Eau pour 100	11,00

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II	III
	Gram.	Gram.	Gram.
Récolte de cresson desséchée à 80°	1,801	1,6135	0,1955
Titre de l'acide normal	27,7	27,6	21,9
— — après l'analyse	23,5	23,8	18,6
Azote pour 100	1,46	1,48	1,48

	Gram.
10cc de l'acide des analyses I et II	= 0,175 Az.
10cc de l'acide de l'analyse III	= 0,0193 Az.

Azote en moyenne = 1,47 pour 100

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Récolte de lupin desséchée à 80°	1,624	1,093
Titre de l'acide normal	27,60	27,7
— — après l'analyse	23,40	24,8
Azote pour 100	1,63	1,66

	Gram.
10cc de l'acide des analyses I et II	= 0,175

Azote en moyenne = 1,64 pour 100

A propos des tableaux qui vont suivre, je ferai remarquer que l'air qui passait dans la cloche recevant un excès d'acide carbonique, on a dû le déduire lorsqu'il s'est agi de calculer la quantité d'ammoniaque à laquelle ce volume d'air correspond.

EXPÉRIENCE DE 1849

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LA CLOCHE

Aspirateur N° 3 = 679^{lit},653 à 21°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Août. .	2	Jeudi. . .	15.7	766.30—16.0	10.00	741.04—0	626.594
»	3	Vendredi..	16.7	761.80—17.5	8.75	736.77—0	620.829
»	4	Samedi. .	16.4	760.65—15.5	9.25	735.63—0	620.512
»	5	Dimanche.	16.2	757.50—17.0	8.75	732.77—0	618.528
»	6	Lundi. . .	17.4	763.55—18.5	10.25	736.25—0	618.892
»	7	Mardi. . .	20.5	764.95—22.0	10.00	734.31—0	610.730
»	8	Mercredi..	19.8	761.80—21.0	8.50	733.56—0	611.568
»	9	Jeudi. . .	21.0	756.55—21.8	8.50	726.89—0	603.529
»	10	Vendredi..	21.2	760.80—21.8	9.50	729.92—0	605.652
»	11	Samedi. .	22.4	762.30—24.0	10.25	728.98—0	602.391
»	12	Dimanche.	20.2	759.10—20.0	9.50	729.56—0	607.450
»	13	Lundi. . .	21.0	757.50—21.0	9.00	727.47—0	604.011
»	14	Mardi. . .	20.2	759.80—21.2	7.50	732.12—0	609.590
»	15	Mercredi..	17.8	760.40—17.5	11.50	731.60—0	614.156
»	16	Jeudi. . .	19.0	761.55—21.4	8.50	734.10—0	615.698
»	17	Vendredi..	18.5	761.70—19.5	8.50	734.09—0	615.498
»	18	Samedi. .	18.6	762.55—20.0	9.50	734.66—0	615.010
»	19	Dimanche.	15.8	765.45—17.0	6.50	741.51—0	626.773
»	20	Lundi. . .	15.7	772.40—16.8	8.00	748.08—0	632.546
»	21	Mardi. . .	16.2	771.60—16.5	8.50	747.56—0	630.845
»	22	Mercredi..	16.0	767.30—14.8	8.25	743.71—0	628.197
»	23	Jeudi. . .	16.9	760.40—16.5	8.00	736.07—0	619.810
»	24	Vendredi..	17.5	765.00—17.5	9.50	738.48—0	620.553
»	25	Samedi. .	17.7	765.80—18.8	7.00	741.42—0	622.594
»	26	Dimanche.	16.8	766.30—17.5	10.00	739.92—0	625.268
»	27	Lundi. . .	16.9	763.45—16.5	7.21	739.90—0	623.055
»	28	Mardi. . .	16.6	762.30—15.5	10.50	735.88—0	620.295
»	29	Mercredi..	19.0	761.65—20.0	11.00	731.86—0	611.825
»	30	Jeudi. . .	20.4	759.00—20.0	9.50	729.18—0	606.671
»	31	Vendredi..	18.6	758.80—19.0	9.50	731.05—0	611.988
Sept. .	1	Samedi. .	18.2	757.35—18.5	10.00	729.56—0	611.581
»	2	Dimanche.	21.9	758.80—21.8	8.50	729.27—0	603.654
							19712.238

Volume total de l'air. . . . . = 19 712^{lit},238
— CO^2 à raison de 12 litres par jour. . . . . = 384^{lit},000

Volume réel. . . . . = 19 328^{lit},238

Poids. . . . = 24 995^{gr},300

D'où ammoniaque (*). . . . . = 0^{gr},000629
D'où azote. . . . . = 0^{gr},000519

(*) Voyez la 2e détermination de l'ammoniaque de l'air, p. 40.

EXPÉRIENCE DE 1849

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LA CLOCHE

Aspirateur N° 3 = 679^{lit},653 à 21°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Sept. .	3	Lundi. . .	18.8	761.30—18.5	10.00	732.90—0	613.115
»	4	Mardi. . .	17.4	764.65—17.0	11.50	736.28—0	618.918
»	5	Mercredi..	18.0	761.65—17.5	9.50	734.67—0	616.289
»	6	Jeudi. . .	21.5	761.80—22.0	8.00	732.28—0	607.384
»	7	Vendredi..	17.6	762.80—17.0	8.00	737.75—0	619.726
»	8	Samedi. .	16.1	764.05—15.0	10.00	738.60—0	623.665
»	9	Dimanche.	14.7	759.95—14.0	10.00	735.80—0	624.329
»	10	Lundi. . .	16.9	752.15—17.5	11.50	725.21—0	610.666
»	11	Mardi. . .	17.2	741.55—16.5	9.00	716.00—0	602.286
»	12	Mercredi..	15.9	745.69—15.0	11.00	720.22—0	612.817
»	13	Jeudi. . .	12.8	749.95—11.5	10.50	727.16—0	621.108
»	14	Vendredi..	15.5	767.65—13.0	8.75	745.77—0	635.444
»	15	Samedi. .	14.1	767.65—14.0	10.50	743.46—0	632.149
»	16	Dimanche.	13.6	765.15—13.5	10.50	741.41—0	631.508
»	17	Lundi. . .	15.5	766.40—17.0	9.50	741.71—0	627.596
»	18	Mardi. . .	12.4	769.15—11.5	10.50	746.50—0	638.522
»	19	Mercredi..	13.7	772.45—13.0	11.00	748.15—0	637.026
»	20	Jeudi. . .	13.0	770.55—13.0	10.00	747.79—0	638.281
»	21	Vendredi .	13.0	763.80—13.5	10.75	740.25—0	631.845
»	22	Samedi. .	14.0	762.25—13.5	10.50	738.21—0	627.905
»	23	Dimanche.	15.7	760.20—15.5	12.00	733.06—0	619.846
»	24	Lundi. . .	12.4	759.80—11.5	9.50	738.17—0	631.397
»	25	Mardi. . .	11.6	755.65—11.5	9.00	733.08—0	628.810
»	26	Mercredi..	14.7	756.30—17.0	10.00	731.78—0	620.918
»	27	Jeudi. . .	19.0	759.35—21.0	11.00	729.48—0	609.836
»	28	Vendredi .	14.4	761.00—15.0	10.50	736.46—0	625.543
»	29	Samedi. .	17.0	756.80—19.0	7.00	733.09—0	617.088
»	30	Dimanche.	16.0	748.10—18.0	11.50	720.92—0	608.947
Octobre	1	Lundi. . .	15.4	751.00—16.0	10.50	725.56—0	614.144
»	2	Mardi. . .	14.8	755.90—15.0	10.50	731.00—0	620.041
»	3	Mercredi..	15.5	754.55—16.0	11.00	728.51—0	616.427
»	4	Jeudi. . .	17.5	745.80—16.0	8.00	721.02—0	605.881
							19889.457

Volume total de l'air. . . . . = 19 889^{lit},457
— CO^2 à raison de 12 litres par jour. . . . . = 384^{lit},000

Volume réel. . . . . = 19 505^{lit},457

Poids. . . . = 25 224^{gr},21

D'où ammoniaque (*). . . . . = 0^{gr},000624
D'où azote. . . . . = 0^{gr},000515

(*) Voyez la 3e détermination de l'ammoniaque de l'air, p. 41.

EXPÉRIENCE DE 1850

DONNÉES NUMÉRIQUES

SEMENCES

DOSAGE DE L'EAU

	Gram.
Colzas (*) desséchés à 90°	1,00
— — à 120°	0,916
Eau pour 100	8,4
Grains maïs desséchés à 90°	1,000
— — à 120°	0,865
Eau pour 100	13,5
Grains blé desséchés à 90°	1,000
— — à 120°	0,840
Eau pour 100	16,00
Grains seigle desséchés à 90°	1,000
— — à 120°	0,844
Eau pour 100	15,6

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II	III
	Gram.	Gram.	Gram.
Colzas desséchés à 90°	3,117	0,785	1,325
Titre de l'acide normal	27,8	26,9	26,9
— — après l'analyse	7,9	21,8	18,2
Azote pour 100	4,01	3,97	4,02

(*) 31gr,85 de colzas verts, après avoir été desséchés à 90°, ont pesé 3gr,12.

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,175 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,165 Az.
10cc de l'acide de l'analyse III.	= 0,165 Az.

Azote en moyenne = 4,00 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II	III
	Gram.	Gram.	Gram.
Blé de Flandre.	0,1675	0,276	0,546
Titre de l'acide normal.	24,2	21,3	27,00
— — après l'analyse. . . .	19,8	16,8	24,7
Azote pour 100.	2,08	2,02	2,01

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,0193 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0265 Az.
10cc de l'acide de l'analyse III.	= 0,1288 Az.

Azote en moyenne = 2,03 pour 100.

DOSAGE DE L AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Maïs.	1,457	0,739
Titre de l'acide normal..	27,0	27,00
— — après l'analyse.	22,9	24,30
Azote pour 100..	1,71	1,74

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,165 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,1288 Az.

Azote en moyenne = 1,72 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II	III
	Gram.	Gram.	Gram.
Seigle	0,170	0,574	0,2405
Titre de l'acide normal	24,55	26,9	21,4
— — après l'analyse	20,7	24,8	16,9
Azote pour 100	1,77	1,75	1,68

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I	= 0,0193 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II	= 0,1288 Az.
10cc de l'acide de l'analyse III	= 0,0193 Az.

Azote en moyenne = 1,75 pour 100.

RÉCOLTES

Comme en 1849, les récoltes ont d'abord été desséchées à 90°, et soumises, en cet état, à l'analyse. Voici donc leur poids après cette première dessication. On trouvera souvent de grandes différences dans le rapport des récoltes vertes aux récoltes sèches. Ces différences proviennent de ce qu'une partie des feuilles se sont détachées quelquefois de la plante mère, et ont séjourné dans l'eau de la cloche.

	RÉCOLTES VERTES	DESSÉCHÉES A 90°
	Gram.	Gram.
Cinq colzas	379,40	56,95 (*)
Maïs	29,37	5,02
Blé	15,00	3,15
Seigle	17,75	3,48

(*) La dessiccation des colzas a eu lieu de 100° à 105°.

DOSAGE DE L'EAU

	Gram.
Colzas desséchés à 105°.	1,000
— — à 120°.	0,944
Eau pour 100.	5,6
Maïs desséché à 90°.	1,000
— — à 120°.	0,897
Eau pour 100.	10,3
Blé desséché à 90°.	1,000
— — à 120°.	0,891
Eau pour 100.	10,9
Seigle desséché à 90°.	1,000
— — à 120°.	0,901
Eau pour 100.	9,9

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Colzas desséchés de 100° à 105°.	3,484	0,1905
Titre de l'acide normal.	27,8	24,2
— — après l'analyse.	17,3	19,7
Azote pour 100.	1,89	1,87

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,175 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0193 Az.

Azote en moyenne = 1,88 pour 100

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Blé desséché à 90°.	0,779	0,143
Titre de l'acide normal.	27,5	23,3
— — après l'analyse.	26,3	21,5
Azote pour 100.	0,978	1,04

Gram.

10cc de l'acide de l'analyse I. . . . . = 0,175 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II. . . . . = 0,0193 Az.

Azote en moyenne — 1,00 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Seigle desséché à 90°.	0,6785	0,1235
Titre de l'acide normal.	26,6	22,0
— — après l'analyse.	25,4	20,50
Azote pour 100.	1,09	1,06

Gram.

10cc de l'acide de l'analyse I. . . . . = 0,165 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II. . . . . = 0,0193 Az.

Azote en moyenne = 1,07 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Maïs desséché à 90°.	0,6135	0,206
Titre de l'acide normal.	27,8	25,00
— — après l'analyse.	25,3	20,05
Azote pour 100.	2,56	2,54

Gram.

10cc de l'acide de l'analyse I. . . . . = 0,175 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II. . . . . = 0,026 Az.

Azote en moyenne = 2,55 pour 100.

EXPÉRIENCE DE 1850

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LA CLOCHE

Aspirateur N° 3 = 679^{lit},653 à 21°. P = 0^{m},760.

MOIS.	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P=760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juillet..	2	Mardi. . .	18.5	762.75—19.0	10.50	734 03—0	614.694
»	3	Mercredi..	19.4	764.30—20.0	11.50	733.59—0	612.437
»	4	Jeudi. . .	21.0	762.55—23.0	12.00	729.25—0	605.489
»	5	Vendredi .	20.0	766.55—20.0	12.00	734.65—0	612.058
»	6	Samedi. .	19.5	766.30—20.0	8.50	738.42—0	616.252
»	7	Dimanche,	20.0	755.50—20.5	13.00	722.63—0	602.044
»	8	Lundi. . .	18.3	766.00—19.0	12.00	736.02—0	616.784
»	9	Mardi. . .	17.5	762.95—18.0	10.00	735.86—0	618.351
»	10	Mercredi..	16.2	764.12—18.0	15.00	735.21—0	620.587
»	11	Jeudi. . .	16.3	764.10—18.0	10.00	738.50—0	623.148
»	12	Vendredi .	18.8	764.50—19.0	13.00	733.02—0	613.216
»	13	Samedi. .	18.0	761.80—20.0	12.00	732.00—0	614.049
»	14	Dimanche.	21.8	762.30—23.5	12.00	728.00—0	602.808
»	15	Lundi. . .	25.8	760.30—27.0	11.00	721.31—0	589.259
»	16	Mardi. . .	26.0	760.55—27.0	15.00	717.27—0	585.566
»	17	Mercredi..	25.0	756.00—26.5	12.00	717.24—0	587.509
							9734.251

Volume total de l'air. . . . . = 9 734^{lit},251
— CO^2 à raison de 27 litres par jour. . . . . = 432^{lit},000

Volume réel. . . . . = 9 302^{lit},251

Poids. . . . . = 12 029^{gr},54

D'où ammoniaque (*). . . . . = 0^{gr},0003245
D'où azote. . . . . = 0^{gr},0002678

(*) Voyez la 9e détermination de l'ammoniaque de l'air, p. 47.

EXPÉRIENCE DE 1850

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LA CLOCHE

Aspirateur N° 3 = 679^{lit},653 à 21°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. int. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juillet..	18	Jeudi. . .	21.0	760.00—21.5	17.00	721.89—0	599.378
»	19	Vendredi..	21.2	763.00—21.5	13.00	728.64—0	604.570
»	20	Samedi. .					
»	21	Dimanche.					
»	22	Lundi. . .	22.8	761.00—24.0	12.00	725.45—0	598.645
»	23	Mardi. . .	21.1	759.30—22.5	10.50	727.45—0	603.788
»	24	Mercredi..	20.1	762.50—19.5	16.50	725.92—0	604.578
»	25	Jeudi. . .	18.8	760.55—18.5	16.00	726.15—0	608.095
»	26	Vendredi..	19.1	757.55—19.0	16.00	722.79—0	604.036
»	27	Samedi. .	20.4	759.30—21.1	15.50	723.52—0	601.962
»	28	Dimanche.	16.5	757.00—15.0	16.00	725.20—0	611.502
»	29	Lundi. . .	19.0	761.05—19.0	15.00	727.39—0	608.088
»	30	Mardi. . .	18.5	764.50—19.0	16.00	730.32—0	611.587
»	31	Mercredi..	17.8	765.70—17.0	16.00	732.45—0	614.850
Août. .	1	Jeudi. . .	20.2	765.00—22.0	15.00	729.69—0	607.510
»	2	Vendredi..	20.7	764.55—21.5	14.50	729.25—0	608.108
»	3	Samedi. .	20.0	765.10—21.0	16.00	729.13—0	607.459
»	4	Dimanche.	21.0	762.75—22.0	16.00	725.48—0	602.358
»	5	Lundi. . .	20.0	759.70—20.0	16.00	723.87—0	603.077
»	6	Mardi. . .	22.2	754.10—22.0	15.50	716.04—0	592.100
»	7	Mercredi..	17.8	762.00—19.0	15.00	729.51—0	612.382
»	8	Jeudi. . .	19.0	761.10—20.0	16.00	726.31—0	607.185
»	9	Vendredi .	19.0	762.00—20.0	15.00	728.21—0	608.774
»	10	Samedi. .	20.0	763.10—20.0	13.00	730.27—0	608.409
»	11	Dimanche.	19.2	762.00 · 17.5	13.00	730.31—0	610.111
»	12	Lundi. . .	20.5	755.80—21.0	14.00	721.76—0	601.113
»	13	Mardi. . .	18.5	757.30—19.0	13.50	725.65—0	607.676
»	14	Mercredi .	18.2	757.00—18.0	14.00	725.27—0	607.985
»	15	Jeudi. . .	17.7	762.30—17.5	13.00	732.08—0	614.751
»	16	Vendredi..	17.2	759.00—18.0	13.00	729.20—0	613.389
»	17	Samedi. .	16.2	764.00—17.5	12.50	735.65—0	620.959
							17604.425

Volume total de l'air. . . . . = 17 604^{lit},425
— CO^2 à raison de 27 litres par jour. . . . . = 783^{lit},000

Volume réel.. . . . . = 16 821^{lit},425

Poids. . . . = 21 753^{gr},240

D'où ammoniaque (*). . . . . = 0^{gr},0003895
D'où azote. . . . . = 0^{gr},0003213

(*) Voyez la 10e détermination de l'ammoniaque de l'air, p. 48.

EXPÉRIENCE DE 1850

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LA CLOCHE

Aspirateur N° 3 = 679^{lit},653 à 21°. P. = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim
			°	°	mm	°	Lit.
Août. .	18	Dimanche.	17.1	764.21—17.0	12.00	735.62—0	619.004
»	19	Lundi. . .	16.0	760.15—17.0	15.00	729.54—0	616.228
»	20	Mardi. . .	18.2	759.30—17.5	12.00	729.62—0	611.631
»	21	Mercredi..	15.4	754.50—15.0	15.00	724.66—0	613.382
»	22	Jeudi. . .	14.7	760.55—14.5	13.00	733.32—0	622.225
»	23	Vendredi .	17.1	763.65—17.0	15.00	732.06—0	616.008
»	24	Samedi. .	14.3	763.30—16.0	14.00	735.20—0	624.690
»	25	Dimanche.	20.0	767.20—20.0	15.00	731.47—0	607.746
»	26	Lundi. . .	15.8	764.55—15.5	12 50	736.78—0	622.775
»	27	Mardi. . .	15.2	769.35—15.5	14.00	740.57—0	627.284
»	28	Mercredi .	18.2	765.20—20.0	13.00	734.19—0	615.458
»	29	Jeudi. . .	14.3	760.50—15.7	14.00	732.45—0	622.354
»	30	Vendredi .	13.0	767.10—13.0	3.00	751.34—0	641.311
»	31	Samedi. .	14.5	769.20—15.0	12.00	743.05—0	630.920
Sept. .	1	Dimanche.	15.7	772.50—15.0	15.00	742.30—0	627.658
»	2	Lundi. . .	12.0	772.55—11.0	12.50	748.23—0	640.902
»	3	Mardi. . .	16.9	768.30—17.0	12.00	739.88—0	623.018
»	4	Mercredi..	15.3	762.00—15.0	14.00	733.16—0	620.792
»	5	Jeudi. . .	14.1	758.20—15.0	15.00	729.39—0	620.186
»	6	Vendredi .	14.4	768.15—15.0	13.50	740.58—0	629.042
»	7	Samedi. .					
»	8	Dimanche.	11.6	770.00—15.0	13.00	745.21—0	639.214
»	9	Lundi. . .	11.7	770.00—11.0	13.00	745.38—0	639.135
»	10	Mardi. . .	12.1	769.21—13.0	15.00	742.08—0	635.411
»	11	Mercredi..	12.0	768.20—11.0	14.00	742.38—0	635.913
»	12	Jeudi. . .	15.0	766.55—15.0	13.00	739.00—0	626.390
»	13	Vendredi .	14.5	763.20—15.0	14.00	735.07—0	624.145
»	14	Samedi. .	14.0	763.00—14.0	15.00	734.38—0	624.656
»	15	Dimanche.	12.3	764.25—14.0	14.50	737.37—0	630.934
»	16	Lundi. . .	14.2	765.20—14.7	14.00	737.33—0	626.719
»	17	Mardi. . .	15.6	765.00—15.4	5.00	744.92—0	630.093
»	18	Mercredi .	13.4	762.00—13.4	15.00	733.90—0	625.548
»	19	Jeudi. . .	12.6	758.00—10.5	12.00	733.84—0	627.253
»	20	Vendredi .	12.6	752.80—11.5	10.50	730.03—0	623.996
»	21	Samedi. .	14.5	758.10—16.0	15.00	728.86—0	618.875
							21260.896

Volume total de l'air. . . . . = 21 260^{lit},896
— CO^2 à raison de 27 litres par jour. . . . . = 918^{lit},000

Volume réel. . . . . = 20 342^{lit},896

Poids. . . . . = 26 307^{gr},170

D'où ammoniaque (*). . . . . = 0^{gr},0008344
D'où azote. . . . . = 0^{gr},0006887

(*) Voyez la 11e détermination de l'ammoniaque de l'air, p. 49.

EXPÉRIENCE DE 1850

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LA CLOCHE

Aspirateur N° 3 = 679^{lit},655 à 21°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Sept. .	22	Dimanche.	17.1	762.55—19.0	14.50	731.18—0	615.267
»	23	Lundi. . .	14.0	758.15—16.0	15.00	729.30—0	620.326
»	24	Mardi. . .	15.0	756.00—17.0	14.00	727.24—0	616.422
»	25	Mercredi..	15.6	759.20—17.0	16.00	728.03—0	615.807
»	26	Jeudi. . .	14.4	761.30—14.0	13.50	733.87—0	623.343
»	27	Vendredi .	14.9	762.05—13.5	12.00	735.75—0	623.852
»	28	Samedi. .	15.0	759.55—16.0	14.00	730.90—0	619.525
»	29	Dimanche.	12.5	762.30—12.0	15.00	735.02—0	628.482
»	30	Lundi. . .	14.7	755.00—15.5	12.50	728.17—0	617.855
Octobre	1	Mardi. . .	13.5	751.10—13.5	13.00	724.94—0	617.693
»	2	Mercredi..	13.0	755.50—12.0	14.00	728.89—0	622.149
»	3	Jeudi. . .	12.2	759.80—12.0	15.00	732.74—0	627.193
»	4	Vendredi .	12.2	759.20—12.0	16.00	731.14—0	625.823
»	5	Samedi. .	13.2	757.20—13.0	15.00	729.31—0	622.072
»	6	Dimanche.	10.3	759.20—12.0	15.00	733.39—0	631.967
»	7	Lundi. . .	13.0	755.20—15.0	15.00	727.22—0	620.724
»	8	Mardi. . .	13.7	757.15—14.5	12.00	731.71—0	623.028
»	9	Mercredi..	14.0	761.30—13.5	12.75	734.99—0	625.166
»	10	Jeudi. . .	11.5	761.35—11.0	13.00	736.89—0	632.300
»	11	Vendredi .	10.7	758.25—11.5	14.00	733.25—0	630.954
»	12	Samedi. .	8.4	768.50— 9.0	13.50	745.65—0	646.878
»	13	Dimanche.	8.0	770.10—10.0	14.00	746.84—0	648.834
»	14	Lundi. . .	10.7	762.00—12.0	14.00	736.93—0	634.120
»	15	Mardi. . .	9.0	764.30—10.5	12.60	741.84—0	642.201
»	16	Mercredi..	10.1	766.20—10.5	14.00	741.68—0	639.563
»	17	Jeudi. . .	8.5	765.00— 8.0	14.00	741.72—0	643.240
»	18	Vendredi .	10.4	767.00—10.5	15.00	741.29—0	638.549
»	19	Samedi. .	9.4	763.20—10.5	15.00	738.11—0	638.065
»	20	Dimanche.	10.7	760.55—11.5	15.00	734.55—0	632.073
»	21	Lundi. . .	10.2	756.15—10.5	13.50	732.08—0	631.061
»	22	Mardi. . .	7.0	752.30— 6.5	15.00	729.03—0	635.628
»	23	Mercredi..	5.0	747.00— 5.0	14.00	725.87—0	637.431
							20127.591

Volume total de l'air.. . . . . = 20127^{lit},591
— CO^2 à raison de 45 litres par jour. . . . . = 1440^{lit},000

Volume réel.. . . . . = 18687^{lit},591

Poids. . . . . = 24166^{gr},544

D'où ammoniaque (*).. . . . . = 0^{gr},0005888
D'où azote. . . . . = 0^{gr},0004860

* Voyez la 12e détermination de l'ammoniaque de l'air, p. 50.

EXPÉRIENCE DE 1851

DONNÉES NUMÉRIQUES

PRÉPARATION DES POTS

On a ajouté :

DANS CHAQUE POT DE TABAC	Gram.	DANS LE POT DES SOLEILS	Gram.
Bicarbonate de potasse. . . .	4,95	Cendres de soleils obtenues en brûlant la plante chargée de ses graines. . . .	10,00
Carbonate de chaux.	4,08		
— de magnésie. . . .	0,96		
Chlorure de sodium.	0,20		
Phosphate de chaux.	0,80		
Sous-carbonate de peroxyde de fer (humide) (*)..	8,00		
Sulfate de chaux.	0,50		
Silice gélatineuse (**). . . .	17,92		

(*) Le sous-carbonate de fer contenait 90 pour 100 d'eau.

(**) La silice gélatineuse contenait 95 pour 100 d'eau.

Ces mélanges salins sont loin d'être les meilleurs auxquels on puisse recourir. On peut leur substituer avec de grands avantages les deux suivants :

	1	2
Phosphate de chaux.	2,61	2,61
Phosphate de magnésie.. . . .	3,91	1,90
Chlorure de sodium.	0,20	0,20
Sulfate de fer.	0,10	0,10
Sulfate de chaux..	» »	1,00
Silicate de potasse..	3,00	3,00
Silicate de soude.	0,30	0,30

Je mets ordinairement les silicates dans l'eau des cuvettes. On peut encore les mêler au sable. On fait bien généralement d'opérer par les deux procédés.

Chaque pot était à moitié rempli avec des fragments de briques gros comme des noisettes, sur lesquels on a ajouté 600 grammes de sable mêlé avec 600 grammes de brique pulvérisée, le tout lavé à l'acide hydrochlorique et calciné au rouge. Pour les soleils, on a opéré par semis, et pour les tabacs, sur des plantes repiquées.

SEMENCES

DOSAGE DE L'EAU

	Gram.
Soleils (graines)	1,000
Après dessiccation à 120°	0,918
Eau pour 100	8,20
	Gram.
Tabac repiqué desséché à 100°	1,000
Après dessiccation à 120°	0,949
Eau pour 100	5,10

DOSAGE DES CENDRES

	I	II
	Gram.	Gram.
Soleils (graines)	1,324	1,04
Cendres très-blanches	0,0325	0,0275
Cendres pour 100	2,45	2,64

	Gram.
Tabac repiqué	0,55
Cendres solubles	0,06
— insolubles	0,051
Cendres pour 100	19,85

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II	III
	Gram.	Gram.	Gram.
Soleils (graines)	1,545	0,7075	0,5735
Titre de l'acide normal	25,6	27,6	27,6
— — après l'analyse	20,7	23,7	24,5
Azote pour 100	2,49	2,56	2,52

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,175 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,1288 Az.
10cc de l'acide de l'analyse III.	= 0,1288 Az.

Azote en moyenne = 2,52 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II	III
	Gram.	Gram.	Gram.
Tabac repiqué desséché à 90°.	1,274	0,2525	0,18[illegible]
Titre de l'acide normal..	25,4	20,0	22,7
— — après l'analyse. .	17,8	9,4	16,[illegible]
Azote pour 100.	4,11	4,05	4,[illegible]

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,175 A[illegible]
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0[illegible]
10cc de l'acide de l'analyse III.	= 0,0[illegible]

Azote en moyenne = 4,01 pour 100

RÉCOLTES

Après la première dessiccation à 90°, les [illegible]

	RÉCOLTES [illegible]	[illegible]
	Gram.	
Soleils.	[illegible]	[illegible]
Tabac (T)	[illegible]	[illegible]
Tabac (t).	[illegible]	[illegible]

DOSAGE DE L'EAU

Soleils desséchés à 90°.	[illegible]
Après dessiccation à 120°..	[illegible]
Eau pour 100.	[illegible]

	Gram.
Tabac desséché à 90°.	1,000
Après dessiccation à 120°.	0,936
Eau pour 100.	6,4

DOSAGE DES CENDRES

	Gram.
Soleils (récolte) desséchés à 90°.	0,974
Cendres solubles.	0,051
— insolubles.	0,030
Cendres pour 100.	8,13

	Gram.
Tabac desséché à 90°.	1,1115
Cendres solubles.	0,055
— insolubles.	0,06
Cendres pour 100.	10,18

BALANCE DES CENDRES

	SEMENCES.	RÉCOLTES.
	Gram.	Gram.
Soleil.	0,005	2,243
Tabac (T').	0,017	2,440
Tabac (t).	0,017	2,250

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II	III
	Gram.	Gram.	Gram.
Soleils desséchés à 90°.	1,054	0,931	0,581
Titre de l'acide normal.	25,6	19,5	22,7
— — après l'analyse. .	24,8	14,0	19,6
Azote pour 100.	0,52	0,58	0,62

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	0,175 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	0,0193 Az.
10cc de l'acide de l'analyse III.	0,0265 Az.

Azote en moyenne = 0,57 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II	III
	Gram.	Gram.	Gram.
Tabac desséché à 90°.	2,00	0,479	0,311
Titre de l'acide normal..	25,6	20,00	23,6
— — après l'analyse. .	23,3	16,40	20,9
Azote pour 100.	0,785	0,725	0,707

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	0,175 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	0,0193 Az.
10cc de l'acide de l'analyse III.	0,0193 Az.

Azote en moyenne = 0,73 pour 100.

EXPÉRIENCE DE 1851

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LA CLOCHE

Aspirateur N° 1 = 1108^{lit},050 à 21°. = 0^{m},760

MOIS.	DATES.	JOURS	TEMPÉR. inter. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juin. .	13	Vendredi .	19.8	769.39—19.0	12.00	737.87—0	1002.908
»	14	Samedi. .	16.0	765.05—15.0	10.50	739.17—0	1017.909
»	15	Dimanche.					
»	16	Lundi. . .	14.8	761.95—14.0	6.00	741.70—0	1025.660
»	17	Mardi. . .	15.8	766.08—12.5	10.00	742.79—0	1030.655
»	18	Mercredi..	15.0	771.75—11.5	3.50	755.67—0	1051.567
»	19	Jeudi. . .	15.4	768.75—15.0	10.00	743.87—0	1026.517
»	20	Vendredi .	18.8	765.85—19.0	0.00	747.38—0	1019.322
»	21	Samedi. .	17.9	760.85—17.0	10.00	733.52—0	1003.519
»	22	Dimanche.	18.2	767.79—18.0	9.00	741.03—0	1012.747
»	23	Lundi. . .	15.7	764.07—12.0	9.00	741.92—0	1029.908
»	24	Mardi. . .	11.0	766.15—10.0	12.00	743.13—0	1041.413
»	25	Mercredi..	12.0	769.15—11.0	11.50	745.83—0	1041.522
»	26	Jeudi. . .	17.5	767.65—12.5	1.00	750.23—0	1027.796
»	27	Vendredi..	18.4	765.57—18.0	8.50	759.50—0	1009.962
»	28	Samedi. .	18.2	765.85—17.5	10.50	755.56—0	1005.272
»	29	Dimanche.	19.0	763.87—19.5	6.00	739.14—0	1007.392
»	30	Lundi. . .	17.8	762.45—16.5	12.00	733.27—0	1003.523
							17357.592

Poids. . . . . = 22 446^{gr},605
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . . = 232^{gr},265

Poids total. . . . . = 22 678^{gr},870

En 1851, l'air, avant d'entrer dans la cloche, passait sur de la ponce imbibée d'acide sulfurique. A partir de ce moment, l'ammoniaque de l'air n'est plus intervenue dans l'expérience; mais, comme les années précédentes, l'air recevait chaque jour un excès d'acide carbonique (20 litres par jour). Il en résulte que, pour obtenir le poids de l'air, il a fallu tenir compte de l'excès de poids de l'acide carbonique ajouté; c'est ce qu'on exprime, à la fin de chaque tableau, par ces mots : *Poids excédant de l'acide carbonique*. Les aspirateurs étaient de zinc. Il s'est produit à plusieurs reprises des accidents, à cause de la trop forte pression qu'ils supportaient; un aspirateur de réserve m'a toujours permis de continuer les expériences sans interruption. Ainsi s'expliquent les changements d'aspirateurs qu'on remarque souvent dans le même tableau.

EXPÉRIENCE DE 1851

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LA CLOCHE

Aspirateur N° 1 = 1108^{lit},050 à 21°. = 0^{gr},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P=760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juillet.	1	Mardi. . .	19.4	761.45—18.0	12.00	730.49—0	994.231
»	2	Mercredi..	18.0	756.65—17.5	2.50	736.67—0	1007.482
»	3	Jeudi. . .	15.4	756.15—16.0	10.00	731.18—0	1009.005
»	4	Vendredi .	14.6	758.45—15.0	2.00	742.33—0	1027.246
»	5	Samedi. .	15.0	760.31—15.0	7.50	738.28—0	1020.220
»	6	Dimanche.	14.5	762.25—14.0	12.50	735.74—0	1018.482
»	7	Lundi. . .	14.1	763.35—14.5	9.00	740.59—0	1026.626
»	8	Mardi. . .	16.2	757.95—11.5	13.00	729.84—0	1004.365
»	9	Mercredi..	15.0	753.57—15.0	12.50	726.56—0	1004.025
»	10	Jeudi. . .	14.0	754.47—14.0	12.50	728.37—0	1010.039
»	11	Vendredi .	12 1	763.35—12.0	15.00	736.35—0	1027.923
»	12	Samedi. .	13.0	764.57—15.0	12.00	739.57—0	1029.163
»	13	Dimanche.	15.8	759.85—11.5	12.50	732.58—0	1009.534
»	14	Lundi. . .	14.0	754.55—11.5	13.50	727.75—0	1009.179
»	15	Mardi. . .	13.6	758.13—14.5	15.00	729.77—0	1013.396
»	16	Mercredi..	14.2	755.77—14.0	16.00	726.01—0	1006.064
»	17	Jeudi. . .	14.0	755.00—11.5	12.50	729.20—0	1011.190
»	18	Vendredi..	13.2	758.68—12.5	12.60	735.25—0	1019.654
»	19	Samedi. .	15.0	763.23—15.0	10.00	738.70—0	1020.801
»	20	Dimanche.	14.0	762.50—13.0	13.00	736.00—0	1020.619
»	21	Lundi. . .	13.0	759.40—12.0	12.00	734.78—0	1022.497
»	22	Mardi. . .	14.7	761.50—14.0	12.50	734.83—0	1015.046
»(*)	23	Mercredi .	20.5	749.59—22.0	10.00	719.02—0	973.545
»	24	Jeudi. . .	16.5	751.77—17.0	4.00	731.74—0	1004.481
»	25	Vendredi .	17.2	749.00—17.5	15.00	717.36—0	982.362
»	26	Samedi. .	19.5	753.77—18.0	12.00	722.74—0	981.933
»	27	Dimanche.	17.5	760.53—17.0	12.50	731.08—0	1000.114
»	28	Lundi. . .	14.4	763.02—14.0	12.00	737.09—0	1019.239
»	29	Mardi. . .	19.0	757.65—18.5	16.00	723.05—0	984.032
»	30	Mercredi .	16.4	757.25—16.0	13.50	727.93—0	999.591
»(**)	31	Jeudi. . .	20.2	759.37—19.5	15.00	724.39—0	983.859
							31255.943

Poids. . . . . = 40 419^{gr},737
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . . = 424^{gr},139

Poids total. . . . . = 40 843^{gr},876

(*) On a remplacé l'aspirateur n° 1 par le n° 3. V = 1106^{lit},450 à 21° = 0^{m},760.
(**) On a remplacé l'aspirateur n° 3 par le n° 2. V = 1108^{lit}747 à 21°. P = 0^{m},760.

EXPÉRIENCE DE 1851

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LA CLOCHE

Aspirateur N° 2 = 1108^{lit},747 à 21°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Août. .	1	Vendredi.	22.0	764.20—21.0	13.50	728.47—0	983.553
»	2	Samedi. .	19.5	765.00—18.0	14.00	731.93—0	996.480
»	3	Dimanche.	20.7	765.00—20.0	14.00	730.39—0	990.311
»	4	Lundi. . .	17.0	763.65—16.0	12.50	734.77—0	1008.988
»	5	Mardi. . .	20.0	763.05—19.0	12.00	731.34—0	993.971
»	6	Mercredi.	20.3	764.00—18.5	12.10	731.92—0	993.741
»	7	Jeudi. . .	20.0	760.29—18.5	12.00	728.56—0	990.190
»	8	Vendredi..	19.5	758.85—18.0	12.50	727.30—0	989.771
»	9	Samedi. .	16.5	760.14—15.8	13.00	731.23—0	1005.865
»	10	Dimanche.	17.9	761.45—17.5	14.50	729.56—0	998.729
»	11	Lundi. . .	15.5	763.65—16.0	14.00	734.58—0	1013.982
»	12	Mardi. . .	19.7	765.00—20.0	13.00	732.48—0	996.549
»	13	Mercredi..	20.1	761.89—20.0	10.00	731.95—0	994.466
»	14	Jeudi. . .	20.2	763.15—20.0	14.00	729.09—0	990.242
»	15	Vendredi.	22.0	761.20—21.0	14.00	725.07—0	978.763
»	16	Samedi. .	20.0	763.35—20.0	14.00	729.51—0	991.490
»	17	Dimanche.	20.1	764.30—20.0	12.00	732.35—0	995.010
»	18	Lundi. . .	18.7	767.20—19.5	13.50	735.26—0	1003.767
»	19	Mardi. . .	20.3	768.80—21.0	13.50	734.99—0	997.910
»	20	Mercredi..	20.5	770.05—21.0	14.00	735.53—0	997.966
»	21	Jeudi. . .	14.1	765.20—15.0	10.00	741.37—0	1028.354
»	22	Vendredi.	21.5	763.05—22.0	13.00	728.29—0	984.782
»	23	Samedi. .	15.0	761.60—15.5	12.50	734.51—0	1015.648
»	24	Dimanche.	16.2	762.80—17.0	15.00	732.01—0	1007.984
»	25	Lundi. . .	14.4	764.00—15.0	10.00	730.94—0	1025.297
»	26	Mardi. . .	15.2	760.35—14.5	12.00	733.72—0	1013.351
»	27	Mercredi.	16.5	757.30—17.0	11.50	729.76—0	1003.843
»	28	Jeudi. . .	19.0	753.15—19.0	12.50	722.01—0	984.663
»	29	Vendredi.	15.0	754.75—14.0	10.50	729.86—0	1009.219
»	30	Samedi .	13.0	761.09—12.5	10.00	738.40—0	1028.181
»	31	Dimanche.	15.5	767.55—14.5	12.50	740.16—0	1021.684
							31034.750

Poids. . . . . = 40 133^{gr},718
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . . = 424^{gr},139

Poids total. . . . . = 40 557^{gr},857

EXPÉRIENCE DE 1851

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LA CLOCHE

Aspirateur N° 2. V = 1107^{lit},858 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS.	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Sept. .	1	Lundi. . .	14.5	766.85—15,5	12.00	740.65—0	1025.093
»	2	Mardi. . .	15.4	765.00—15.0	13.00	737.13—0	1017.032
»	3	Mercredi..	16.0	764.00—15.5	12.50	736.07—0	1013.456
»	4	Jeudi. . .	15.0	762.35—15.0	11.50	736.32—0	1017.328
»	5	Vendredi .	19.7	764.35—20.0	12.00	732.83—0	996.219
»	6	Samedi. .	17.7	765.19—17.5	13.00	734.97—0	1006.014
»	7	Dimanche.	10.8	766.43—11.0	12.00	743.42—0	1042.366
»	8	Lundi. . .	18.0	772.20—18.0	12.00	742.61—0	1015.422
»	9	Mardi. . .	15.0	771.00—15.5	10.00	746.39—0	1031.241
»	10	Mercredi..	15.3	771.40—15.6	10.00	746.52—0	1030.346
»	11	Jeudi. . .	17.7	771.50—18.0	12.00	742.21—0	1015.924
»	12	Vendredi .	14.2	768.00—15.0	11.00	743.09—0	1029.547
»	13	Samedi. .	16.0	767.20—17.0	10.50	740.98—0	1020.218
							13260.207

Poids. . . . . = 17 147^{gr},920
Poids excédant de l'acide carbonique. . . = 177^{gr},865

Poids total . . . . . = 17 325^{gr},785

EXPERIENCE DE 1852

DONNÉES NUMÉRIQUES

PRÉPARATION DES POTS

Les pots qu'on a employés étaient plus grands que ceux des années précédentes. Chaque pot a reçu 1500 grammes de brique en gros fragments, 2000 grammes de sable blanc, 200 grammes de charbon de sucre candi et 20 grammes de cendres de l'espèce de plante qu'on voulait cultiver. Le pot qui a servi à la culture de blé, préparé comme tous les autres, n'a reçu que 7 grammes de cendres.

SEMENCES

DOSAGE DE L'EAU

	Gram.
Colzas d'automne, desséchés à 90°.	0,361
Après dessiccation à 120°.	0,321
Eau pour 100..	11,08
Blé de mars.	1,4255
Après dessiccation à 120°.	1,251
Eeau pour 100.	12,24

DOSAGE DE L'EAU

	I	II
	Gram.	Gram.
Premiers colzas d'été, desséchés à 90°. .	0,6990	0,7240
Après deux heures de dessiccation à 120°.	0,6555	0,6775
Eau pour 100.	6,50	6,42

	I	II
	Gram.	Gram.
Deuxièmes colzas d'été, desséchés à 90°. .	0,67	0,652
Après deux heures de dessiccation à 120°. .	0,626	0,610
Eau pour 100.	6,57	6,44

DOSAGE DES CENDRES

	Gram.
Blé.	1,464
Cendres solubles.	0,0115
— insolubles.	0,015
Cendres pour 100..	1,82
Colzas d'automne desséchés à 90°.	0,955
Cendres solubles.	0,104
— insolubles.	0,131
Cendres pour 100..	24,41

DOSAGE DES CENDRES

	I	II
	Gram.	Gram.
Premiers colzas d'été, desséchés à 60°. .	0,9245	1,2820
Cendres solubles.	0,0955	0,1320
— insolubles.	0,1015	0,1385
Cendres pour 100.	21,31	21,11

	I	II
	Gram.	Gram.
Deuxièmes colzas d'été, desséchés à 90°.	1,332	1,041
Cendres solubles.	0,120	0,0094
— insolubles.	0,142	0,112
Cendres pour 100..	19,66	19,78

BALANCE DES CENDRES

	SEMENCES	RÉCOLTES
		Gram.
Colzas d'automne.	0,254	3,332
Blé de mars.	0,025	1,337
Soleils.	0,016	10,576
1ers colzas d'été.	0,844	10 136
2es colzas d'été.	0,386	2,315

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Colzas d'automne desséchés à 90°.	0,1615	0,535
Titre de l'acide normal.	21,7	19,55
— — après l'analyse.	10,3	5,7
Azote pour 100.	5,07	5,06

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,156 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0383 Az.

Azote en moyenne = 5,06 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Blé de mars.	1,038	0,898
Titre de l'acide normal.	22,3	27,7
— — après l'analyse.	3,3	6,7
Azote pour 100.	2,17	2,23

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,0265 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0265 Az.

Azote en moyenne = 2,20 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Premiers colzas d'été desséchés à 90°. . . .	0,2885	0,255
Titre de l'acide normal.	18,25	18,25
— — après l'analyse.	3,5	5,3
Azote pour 100.	4,36	4,34

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,0156 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0156 Az.

Azote en moyenne = 4,35 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Deuxièmes colzas d'été, desséchés à 90°. . .	0,196	0,2495
Titre de l'acide normal.	12,65	11,5
— — après l'analyse.. . . .	4,1	7,45
Azote pour 100.	5,37	5,40

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,156 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0383 Az.

Azote en moyenne = 5,38 pour 100.

RÉCOLTES

Après la première dessiccation à 90°, les récoltes pesaient :

	RÉCOLTES VERTES	DESSÉCHÉES A 90°
	Gram.	Gram.
Colzas d'automne.	94,80	29,05
Blé de mars (paille).	24,95	12,97
— — (grains).		1,15 (*)
Soleils..	275,00	66,90
Premiers colzas d'été.	437,10	63,95
Deuxièmes colzas d'été..	466,00	66,81

DOSAGE DE L'EAU

	Gram.
Blé (grains).	0,115
Après dessiccation à 120°.	0,105
Eau pour 100..	8,69
Paille desséchée à 90°.	0,4875
Après dessiccation à 120°..	0,446
Eau pour 100.	8,51

(*) Les grains ont été desséchés au soleil.

DOSAGE DE L'EAU

	Gram.
Colzas d'automne desséchés à 90°.	0,354
Après dessiccation à 120°.	0,334
Eau pour 100.	5,64
Soleils desséchés à 90°.	0,405
— desséchés à 120°.	0,388
Eau pour 100.	4,20

DOSAGE DE L'EAU

	I	II
	Gram.	Gram.
Premiers colzas d'été, desséchés à 90°. .	0,7965	0,853
— — desséchés à 120°.	0,7520	0,806
Eau pour 100.	5,58	5,50

	I	II
	Gram.	Gram.
Deuxièmes colzas d'été, desséchés à 90°.	0,8675	0,8465
— — desséchés à 120°.	0,8410	0,8210
Eau pour 100.	3,05	3,01

DOSAGE DES CENDRES

	Gram.
Colzas d'automne.	1,004
Cendres solubles.	0,075
— insolubles.	0,042
Cendres pour 100.	11,47

	I	II
	Gram.	Gram.
Soleils desséchés à 90°.	1,078	0,7405
Cendres solubles.	0,117	0,086
— insolubles.	0,053	0,315
Cendres pour 100.	15,77	15,86

DOSAGE DES CENDRES

	I	II
	Gram.	Gram.
Premiers colzas d'été, desséchés à 90°. .	1,8325	1,1485
Cendres solubles..	0,1625	0,103
— insolubles.	0,1300	0,078
Cendres pour 100.	15,96	15,75

	I	II
	Gram.	Gram.
Deuxièmes colzas d'été, desséchés à 90°.	1,154	1,229
Cendres solubles.	0,102	0,11
— insolubles.	0,058	0,0625
Cendres pour 100..	13,86	14,03

DOSAGE DES CENDRES

	Gram.
Grains de blé.	0,115
Cendres (par combustion directe).	0,0035
Cendres pour 100.	3,04
Paille desséchée à 90°.	0,898
Cendres solubles.	0,051
— insolubles.	0,041
Cendres pour 100.	10,04

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Colzas d'automne..	0,639	1,2965
Titre de l'acide normal.	21,7	23,6
— — de l'analyse.	14,7	17,45
Azote pour 100.	0,787	0,768

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,0156 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0383 Az.

Azote en moyenne = 0,78 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Soleils desséchés à 90°.	0,288	0,52
Titre de l'acide normal.	11,5	8,35
— — après l'analyse.	10,97	7,65
Azote pour 100.	0,61	0,61

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,0383 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0383 Az.

Azote en moyenne = 0,61 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II	III
	Gram.	Gram.	Gram.
Blé (paille desséchée à 90°).	1,213	0,772	0,8625
Titre de l'acide normal.	20,4	20,04	20,4
— — après l'analyse.	17,5	18,2	18,2
Azote pour 100.	0,31	0,36	0,33

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,0265 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0265 Az.
10cc de l'acide de l'analyse III.	= 0,0265 Az.

Azote en moyenne = 0,33 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Blé (grains.).	0,156	0,1475
Titre de l'acide normal.	20,4	20,4
— — après l'analyse.	18,1	18,2
Azote pour 100.	1,90	1,94

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,0265 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0265 Az.

Azote en moyenne = 1,92 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Premiers colzas d'été, desséchés à 90°. . . .	0,446	0,279
Titre de l'acide normal.	14,45	12,5
— — après l'analyse.	12,9	10,4
Azote pour 100.	0,92	0,94

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I..	= 0,0383 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0156 Az.

Azote en moyenne = 0,93 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE.

	I	II
	Gram.	Gram.
Deuxièmes colzas d'été, desséchés à 90°.. .	0,323	0,315
Titre de l'acide normal..	12,5	16,6
— — après l'analyse.	9,8	15,15
Azote pour 100.	1,04	1,06

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,0156 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II. . . , ...	= 0,0383 Az.

Azote en moyenne = 1,05 pour 100.

On dégageait chaque jour 20 litres d'acide carbonique dans les cloches, soit à peu près 1 pour 100.

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 1. V = 1998^{lit},916 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°		mm	°	Lit.
Oct. 1851	4	Samedi. .	11.9	755.90—12.0	1.00	742.990—0	1872.404
»	5	Dimanche.	9.8	756.50—10.5	1.50	744.269—0	1890.649
»	6	Lundi. . .	10.5	759.60—10.5	1.50	747.460—0	1894.327
»	7	Mardi. . .	13.5	758.15—13.5	3.50	741.480—0	1858.143
»	8	Mercredi..	13.9	758.75—13.5	2.00	743.260—0	1861.201
»	9	Jeudi. . .	10.6	761.65—10.0	0.50	750.370—0	1891.731
»	10	Vendredi..	14.7	764.55—15.0	2.50	747.740—0	1866.147
»	11	Samedi. .	14.2	769.15—14.0	2.50	752.870—0	1882.280
»	12	Dimanche.	11.8	770.10—10.5	9.00	749.680—0	1889.928
»	13	Lundi. . .	11.5	768.00—10.5	4.00	752.590—0	1899.268
»	14	Mardi. . .	12.4	764.45—12.0	3.00	749.250—0	1884.865
»	15	Mercredi .	13.6	755.55—13.0	3.10	739.180—0	1851.930
»	16	Jeudi. . .	10.7	751.15—10.0	4.50	735.350—0	1862.269
»	17	Vendredi .	8.9	754.65— 8.0	5.50	741.670—0	1888.854
»	18	Samedi. .	7.0	764.55— 6.0	5.00	751.330—0	1926.207
»	19	Dimanche.	10.0	764.25—10.0	1.50	752.360—0	1908.567
»	20	Lundi. . .	12.5	765.00—12.5	4.00	748.670—0	1878.465
»	21	Mardi. . .	11.5	761.00—10.0	5.00	744.790—0	1880.912
»	22	Mercredi..	8.9	761.00— 8.0	4.00	747.510—0	1903.676
»	23	Jeudi. . .	8.8	765.05— 8.0	5.00	750.607—0	1912.244
»	24	Vendredi .	10.0	767.05—10.0	5.00	751.655—0	1906.778
»	25	Samedi. .	11.3	767.45—11.0	12.50	745.585—0	1877.867
»	26	Dimanche.	11.0	764.55—11.0	7.00	746.409—0	1886.992
»	27	Lundi. . .	8.0	761.66— 8.0	10.00	742.668—0	1897.414
»	28	Mardi. . .	10.8	775.85—10.0	5.00	712.944—0	1805.662
»	29	Mercredi..	11.2	744.64—11.0	7.50	725.905—0	1833.857
»	30	Jeudi. . .	6.8	745.75— 6.0	5.00	732.740—0	1881.240
»	31	Vendredi..	6.8	748.59— 6.0	9.00	731.279—0	1876.145
Nov.. .	1	Samedi. .	6.0	753.15— 6.0	4.00	741.428—0	1907.647
»	2	Dimanche.	6.0	754.45— 5.0	5.00	741.828—0	1908.676
»	3	Lundi. . .	6.2	755.85— 6.0	5.00	743.028—0	1910.391
							58394.736

Volume de l'air. . . . . = 58 394^{lit},736

Poids de l'air. . . . . = 75 515^{gr},350

Poids excédant de l'acide carbonique. . = 424^{gr},139

Poids total. . . . . = 75 939^{gr},489

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LA CLOCHE

Aspirateur de fer N° 1. V = 1108^{lit},050 à 12° et P. = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée.	VOLUME A 0 P=760 millim
			°	°	mm	°	Lit.
Nov. 1851	4	Mardi. . .	»	» »	»	» »	»
»	5	Mercredi .	5.2	759.55—5.0	4.00	748.516—0	1950.916
»	6	Jeudi. . .	7.2	753.25—7.0	6.00	758.810—0	1892.755
»	7	Vendredi .	8.3	754.20—7 8	9.00	756.078—0	1878.568
»	8	Samedi. .	7.2	754.90—7.0	5.50	740.960—0	1895.265
»	9	Dimanche.	5.1	755.20—4.0	7.00	741.155—0	1915.076
»	10	Lundi. . .	5.0	755.19—5.5	7.00	741.252—0	1914.016
»	11	Mardi. . .	4.3	757.45—5.5	5.00	745.797—0	1950.469
»	12	Mercredi..	5.2	764.20—4.0	5.00	752.084—0	1940.634
»	13	Jeudi. . .	5.1	774.20—4.5	10.00	757.261—0	1954.701
»	14	Vendredi..	5.2	764.55—4.0	4.50	752.754—0	1957.848
»	15	Samedi. .	4.1	760.18—5.0	6.00	747.674—0	1956.727
»	16	Dimanche.	5.2	762.20—4.3	8.00	747.049—0	1927.647
»	17	Lundi. . .	4.0	760.80—3.5	10.00	744.276—0	1928.622
»	18	Mardi. . .	3.2	756.40—3.0	8.00	742.267—0	1928.992
»	19	Mercredi .	0.7	757.20—0 0	4.00	748.562—0	1962.427
»	20	Jeudi. . .	3.2	753.10—3.0	6.00	740.969—0	1925.625
»	21	Vendredi..	3·2	762.20—2.0	7.00	749.187—0	1946.982
»	22	Samedi. .	5.2	757.30—4.5	7.50	742.629—0	1916.952
»	23	Dimanche	4.0	762.40—5.0	10.00	745.957—0	1952.926
»	24	Lundi. . .	3.8	751.20—5.0	5.00	739.824—0	1918.474
»	25	Mardi. . .	4.0	747.80—4.0	7.00	734.224—0	1902.574
»	26	Mercredi..	4.2	748.10—3.0	5 00	736.556—0	1907.237
»	27	Jeudi. . .	4.1	754.58—3.0	4.50	745.577—0	1926.114
»	28	Vendredi..	4.0	755.17—3.5	6.00	742.649—0	1924.406
»	29	Samedi. .	4.2	756.80—3.0	6.00	744.252—0	1927.165
»	30	Dimanche.	4.3	764.00—4.0	6.00	751.282—0	1944.666
Déc.. .	1	Lundi. . .	3 0	760.20—3.0	4.00	755.854—0	1961.161
»	2	Mardi. . .	5.1	762.48—4.8	7.00	748.515—0	1951.609
»	3	Mercredi..	6.0	763.12—5.5	4.00	751.450—0	1953.454
							55869.966

Volume de l'air. . . . . = 55 869^{lit},966

Poids de l'air. . . . . = 72 250^{gr},300

Poids excédant de l'acide carbonique. . = 396^{gr},776

Poids total. . . . . = 72 647^{gr},076

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 1. V = 1998^{lit},916 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Déc. 1851.	4	Jeudi. . .	7.2	772.20—8.0	7.00	756.614—0	1958.367
»	5	Vendredi. .	8.0	773.00—7.0	6.80	757.316—0	1934.838
»	6	Samedi. .	7.1	769.20—8.0	6.00	754.634—0	1934.114
»	7	Dimanche.	7.4	772.40—8.0	5.00	758.709—0	1945.734
»	8	Lundi. . .	4.2	769.40—4.0	4.00	758.723—0	1964.637
»	9	Mardi. . .	6.0	770.20—5.0	4.50	758.085—0	1950.504
»	10	Mercredi. .	8.0	772.30—8.0	4.00	759.294—0	1939.891
»	11	Jeudi. . .	7.0	769.00—7.0	5.00	755.657—0	1937.250
»	12	Vendredi. .	7.5	772.00—8.0	5.00	758.257—0	1940.495
»	13	Samedi. .	3.1	770.00—2.0	8.00	756.026—0	1965.468
»	14	Dimanche.	3.2	772.00—3.5	6.50	759.360—0	1973.419
»	15	Lundi. . .	3.7	772.80—3.0	6.50	759.894—0	1971.231
»	16	Mardi. . .	3.0	769.80—4.1	6.00	757.571—0	1970.199
»	17	Mercredi. .	0.0	769.00—0.0	7.00	757.400—0	1991.229
»	18	Jeudi. . .					
»	19	Vendredi. .					
»	20	Samedi. .	2.8	765.20—2.0	10.00	749.345—0	1950.221
»	21	Dimanche.					
»	22	Lundi. . .	3.7	769.50—5.0	4.20	758.710—0	1968.160
»	23	Mardi. . .					
»	24	Mercredi. .	3.0	770.15—3.5	6.00	658.031—0	1971.395
»	25	Jeudi. . .					
»	26	Vendredi. .	2.1	770.00—3.0	5.00	759.290—0	1981.864
»	27	Samedi. .	3.0	766.04—3.5	6.00	753.923—0	1956.202
»	28	Dimanche.	2.1	765.50—2.0	5.50	754.413—0	1968.416
»	29	Lundi. . .					
»	30	Mardi. . .					
»	31	Mercredi. .					
Janv. 1852	1	Jeudi. . .					
»	2	Vendredi. .					
»	3	Samedi. .					
							39151.634

Volume de l'air. . . . . = 39 151^{lit},634

Poids de l'air. . . . . = 50 630^{gr},400

Poids excédant de l'acide carbonique. . = 273^{gr},638

Poids total. . . . . = 50 904^{gr},038

(*) On a suspendu la circulation d'air pendant quelques jours, à cause du froid ; la vapeur d'eau qui se congelait dans l'intérieur des tuyaux d'appel finissait par les obstruer complétement.

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 1. V = 1998^{lit},916 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Janv. .	4	Dimanche.	3 5	768.00— 3.2	7.60	754.114—0	1957.652
»	5	Lundi. . .					
»	6	Mardi. . .					
»	7	Mercredi .	5.8	755.20— 5.6	5.00	742.618—0	1912.042
»	8	Jeudi. . .					
»	9	Vendredi..	5.4	756.20— 5.0	5.00	743.876—0	1918.077
»	10	Samedi. .	9.0	744.80— 9.0	4.50	730.653—0	1860.186
»	11	Dimanche.	10.0	747.20—10.0	5.00	731.837—0	1856.604
»	12	Lundi. . .	10.2	747.20—10.0	5.00	731.775—0	1854.638
»	13	Mardi. . .					
»	14	Mercredi..	11.7	755.24—11.0	6.00	737.651—0	1860.257
»	15	Jeudi. . .	11.3	761.80—11.0	5.00	745.468—0	1882.620
»	16	Vendredi .	11.3	759.18—11.0	3.00	744.850—0	1881.060
»	17	Samedi. .	8.5	763.77— 8.0	4.00	749.497—0	1911.453
»	18	Dimanche.	3.7	770.00— 3.0	4.50	759.156—0	1969.487
»	19	Lundi. . .					
»	20	Mardi. . .	2.1	760.75— 1.0	5.00	750.326—0	1957.753
»	21	Mercredi..	6.9	765.20— 8.5	4.50	752.216—0	1929.169
»	22	Jeudi. . .	8.2	750.10— 8.0	5.00	696.122—0	1879.350
»	23	Vendredi .	5.0	753.10—10.0	3.50	741.859—0	1915.635
»	24	Samedi. .	7.5	763.20— 8.2	5.00	747.444—0	1913.027
»	25	Dimanche.	6.0	761.40— 5.5	4.60	749.132—0	1927.469
»	26	Lundi. . .	5.7	765.97— 7.0	4.50	753.754—0	1941.452
»	27	Mardi. . .	5.7	756.79— 4.2	4.00	745.423—0	1919.994
»	28	Mercredi..	3.4	753.50— 4.5	5.00	741.906—0	1926.661
»	29	Jeudi. . .	2.1	761.62— 3.0	4.00	751.914—0	1961.896
»	30	Vendredi .	2.5	762.27— 2.0	2.50	754.034—0	1964.566
»	31	Samedi. .	8.2	764.15— 7.9	12.00	743.167—0	1897.356
Févr. .	1	Dimanche.	9.9	765.19— 9.0	8.00	746.983—0	1898.218
»	2	Lundi. . .	7.0	765.04— 7.0	5.00	751.690—0	1927.150
»	3	Mardi. . .	5.3	769.10— 5.0	6.20	755.612—0	1949.041
							49772.773

Volume de l'air. . . . . = 49 772^{lit},773

Poids de l'air. . . . . = 64 365^{gr},510

Poids excédant de l'acide carbonique.. . = 355^{gr},729

Poids total. . . . . = 64 708^{gr},329

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 1. V = 1998^{lit},916 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Février.	4	Mercredi..	7.2	768.07— 7.5	5.00	764.552—0	1933.064
»	5	Jeudi. . .	10.3	762.20— 9.5	7.00	744.689—0	1887.163
»	6	Vendredi..	6.8	767.42— 8.5	7.50	751.486—0	1927.987
»	7	Samedi. .	10.7	768.20—12.0	7.00	750.122—0	1897.388
»	8	Dimanche.	7.6	745.52— 7.0	5.00	731.833—0	1872.617
»	9	Lundi. . .	6.5	747.34— 5.0	12.00	727.462—0	1858.358
»	10	Mardi. . .	5.8	757.26— 2.5	9.00	739.942—0	1923.966
»	11	Mercredi..	2.7	759.95— 0.5	10.00	744.318—0	1937.842
»	12	Jeudi. . .	1.9	760.00— 0.0	8.00	746.735—0	1949.804
»	13	Vendredi..					
»	14	Samedi. .	5.0	758.65— 2.0	8.00	744.720—0	1936.777
»	15	Dimanche.					
»	16	Lundi. . .	5.9	765.85— 5.0	8.00	750.266—0	1931.064
»	17	Mardi. . .	8.4	758.95— 8.0	5.00	746.739—0	1905.098
»	18	Mercredi..	5.2	751.60— 4.0	6.00	738.502—0	1905.593
»	19	Jeudi. . .	5.4	752.75— 2.5	6.00	740.598—0	1923.264
»	20	Vendredi..	5.1	758.65— 2.5	4.00	748.598—0	1946.157
»	21	Samedi. .	2.0	766.39— 0.0	12.00	749.088—0	1955.234
»	22	Dimanche.	4.5	769.75— 4.0	8.00	754.942—0	1948.445
»	23	Lundi. . .	2.2	770.01— 1.2	8.00	756.484—0	1973.162
»	24	Mardi. . .	5.1	765.35— 4.5	11.00	747.265—0	1928.898
»	25	Mercredi .	7.5	763.41— 4.5	35.00	730.100—0	1868.651
»	26	Jeudi. . .	7.5	763.41— 4.5	35.00	730.106—0	1868.651
»	27	Vendredi..	5.9	760.61— 4.5	32.00	721.114—0	1856.046
»	28	Samedi. .	6.0	749.48— 5.0	20.00	721.882—0	1857.356
»	29	Dimanche.	6.0	756.36— 4.5	29.00	726.813—0	1870.043
Mars. .	1	Lundi. . .	7.8	756.45— 6.5	16.00	731.755—0	1870.866
»	2	Mardi. . .	8.7	754.27— 7.0	9.00	736.018—0	1875.743
»	3	Mercredi .	8.1	762.15— 5.0	30.00	723.468—0	1847.702
»	4	Jeudi. . .	6.9	770.65— 5.5	4.50	758.276—0	1944.711
							53401.570

Volume de l'air. . . . . = 53 401^{lit},570

Poids de l'air. . . . . = 69 058^{gr},220

Poids excédant de l'acide carbonique. . = 383^{gr},093

Poids total. . . . . = 69 441^{gr},313

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 1. V = 1998^{lit},916 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS.	DATES.	JOURS.	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE.	MANOM.	PRESSION calculée.	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Mars. .	5	Vendredi..	7.0	774.35— 5.0	4.00	762.218—0	1954.122
»	6	Samedi. .	7.6	775.59— 5.5	8.00	759.101—0	1942.169
»	7	Dimanche.	12.3	771.45—10.5	36.00	725.502—0	1825.764
»	8	Lundi. . .	14.5	768.11—12.8	17.00	757.231—0	1841.254
»	9	Mardi. . .	15.2	766.65—12.5	36.50	715.751—0	1783.257
»	10	Mercredi..	13.0	764.80— 9.0	15.80	736.737—0	1849.491
»	11	Jeudi. . .	7.0	763.80— 6.0	16.00	759.575—0	1896.071
»	12	Vendredi..	10.2	765.47— 8.5	15.00	740.138—0	1875.570
»	13	Samedi. .	8.9	767.15— 6.5	11.00	747.855—0	1904.499
»	14	Dimanche.	8.8	767.75— 6.0	8.00	750.551—0	1912.100
»	15	Lundi. . .	10.7	768.65— 5.5	40.00	719.616—0	1821.184
»	16	Mardi. . .	8.7	765.80— 8.0	30.00	726.415—0	1851.264
»	17	Mercredi..	13.1	765.37—10.5	24.00	728.697—0	1826.110
»	18	Jeudi. . .	10.7	761.51— 8.0	35.00	715.932—0	1811.860
»	19	Vendredi..	12.2	760.47—10.0	33.00	715.655—0	1801.611
»	20	Samedi.. .	14.0	763.20—12.0	19.00	730.824—0	1828.438
»	21	Dimanche.	14.7	764.05—10.5	12.00	738.363—0	1838.559
»	22	Lundi. . .	17.0	759.75—13.0	11.00	732.748—0	1814.447
»	23	Mardi. . .					
»	24	Mercredi..	20.7	754.59—18.5	0.00	734.195—0	1795.272
»	25	Jeudi. . .	11.7	756.65—10.0	9.00	736.165—0	1856.510
»	26	Vendredi..	8.8	752.59— 7.5	10.00	733.221—0	1857.950
»	27	Samedi. .	15.0	749.00—10.2	10.00	725.082—0	1807.662
»	28	Dimanche.	14.0	749.95—11.0	24.00	712.719—0	1783.142
»	29	Lundi. .	14.0	746.20—12.0	10.00	722.857—0	1808.406
»	30	Mardi. . .	19.2	748.30—16.0	14.00	715.827—0	1759.177
»	31	Mercredi..	14.3	754.52—13.0	14.00	726.804—0	1816.478
Avril.	1	Jeudi. . .	14.2	763.50—13.0	13.00	736.844—0	1842.213
»	2	Vendredi..	14.0	764.50—10.0	13.50	737.867—0	1846.034
»	3	Samedi. .	13.0	763.40—12.0	40.00	710.770—0	1784.305
							53334.919

Volume de l'air. . . . . = 53 334^{lit},919

Poids de l'air. . . . . = 68 969^{gr},470

Poids excédant de l'acide carbonique. . = 396^{gr},776

Poids total. . . . . = 69 366^{gr},246

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 1. V = 1998^{lit},916 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS.	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Avril. .	4	Dimanche.	12.5	761.52—11.0	12.00	737.36—0	1854.326
»	5	Lundi. . .	15.7	763.40—15.0	12.20	737.92—0	1848.142
»	6	Mardi. . .	22.1	762.40—18.0	9.00	730.42—0	1777.570
»	7	Mercredi..	17.2	761.64—12.0	5.00	740.56—0	1832.545
»	8	Jeudi. . .	15.0	764.20—14.0	13.00	636.78—0	1836.945
»	9	Vendredi .	13.0	763.00—11.0	11.50	739.99—0	1855.152
»	10	Samedi. .	14.2	754.84—11.0	10.00	731.44—0	1828.712
»	11	Dimanche.	19.10	762.40—17.0	10.00	733.87—0	1804.140
»	12	Lundi. . .	19.0	765.10—19.0	10 00	736.42—0	1811.141
»	13	Mardi. . .	22.0	767.00—20.0	14 00	730.88—0	1779.284
»	14	Mercredi .	23.0	761.25—19.0	12.00	726.04—0	1761.718
»	15	Jeudi. . .	21.5	760.42—20.0	12.00	726.90—0	1774.662
»	16	Vendredi .	21.0	754.20—18.0	11.00	722.53—0	1764.949
»	17	Samedi. .	6.9	754.20— 5.0	8.00	738.15—0	1893.105
»	18	Dimanche.	11.4	755.20—10.0	12.00	740.62—0	1869.631
»	19	Lundi. . .	11.2	760.70— 8.0	9.00	740.81—0	1871.517
»	20	Mardi. . .	16.5	764.80—14.0	9.00	741.10—0	1869.731
»	21	Mercredi..	19.0	760.50—15.0	10.00	732.32—0	1801.359
»	22	Jeudi. . .	22.0	756.57—19.0	12.00	722.60—0	1759.125
»	23	Vendredi .	16.0	757.50—13.0	14.00	728.39—0	1810.715
»	24	Samedi. .	17.0	752.80—15.0	12.00	724.58—0	1794.220
»	25	Dimanche.	15.20	753.20—14.0	9.00	739.66—0	1842.826
»	26	Lundi. . .	19.5	763.50—17.0	14.00	730.67—0	1795.038
»	27	Mardi. . .	21.5	762.80—19.0	8.00	733.42—0	1788.502
»	28	Mercredi..	24.2	763.78—18.0	11.00	728.41—0	1760 306
»	29	Jeudi. . .	14.7	758.80—14.0	10.00	734.53—0	1833.053
»	30	Vendredi .	17.0	754.95—16.5	10 00	728.55—0	1804.051
Mai. . .	1	Samedi. .	15.5	755.10—12.0	10.00	732.11—0	1834.663
»	2	Dimanche.	12.5	765.40—11.0	12.00	741.24—0	1864.060
»	3	Lundi. . .	12.2	761.35—12.0	10.50	738.79—0	1859.857
»	4	Mardi. . .	18.5	760.55—16.0	12.00	730.76—0	1800.196
							56381.250

Volume de l'air. . . . . = 56 381^{lit},250

Poids de l'air. . . . . = 72 911^{gr},500

Poids excédant de l'acide carbonique. . = 424^{gr},140

Poids total. . . . . = 73 335^{gr},640

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 1. V = 1998lit,916 à 12°. P = 0m,760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Mai.. .	5	Mercredi..	16.0	763.65—14.0	12.00	735.81—0	1828.150
»	6	Jeudi. . .	20.0	764.05—16.0	10.00	734.71—0	1800.836
»	7	Vendredi..	18.0	761.25—19.0	20.00	723.58—0	1785.576
»	8	Samedi. .	27.7	763.65—22.0	13.50	720.65—0	1721.430
»	9	Dimanche.					
»	10	Lundi. . .	28.8	761.15—22.0	16.00	713.03—0	1697.190
»	11	Mardi. . .	19.0	763.25—14.0	13.00	732.19—0	1800.624
»	12	Mercredi..	16.8	759.15—16.0	10.00	732.96—6	1816.226
»	13	Jeudi. . .	17.6	759.75—17.0	31.00	711.70—0	1758.682
»	14	Vendredi..	16.0	759.05—14.0	14.00	729.81—0	1813.242
»	15	Samedi. .	18.2	765.55—18.2	21.00	726.68—0	1791.992
»	16	Dimanche.	15.5	759.15—18.0	12.00	731.86—0	1821.495
»	17	Lundi. . .	19.5	757.15—18.0	60.00	778.10—0	1664.926
»	18	Mardi. . .	20.4	753.00—28.5	10.00	722.70—8	1768.979
»	19	Mercredi..	22.4	758.05—19.0	12.00	723.60—0	1759.170
»	20	Jeudi. . .	23.5	760.55—19.0	12.00	724.97—0	1757.324
»	21	Vendredi..	26.4	759.15—20.0	11.00	720.12—0	1727.646
»	22	Samedi. .	25.0	760.14—22.0	10.00	723.91—0	1745.301
»	23	Dimanche.	22.0	760.30—20.0	10.00	728.15—0	1772.636
»	24	Lundi. . .	28.50	757.35—15.0	12.00	714.59—0	1702.599
»	25	Mardi. . .	23.1	755.55—24.6	8.00	723.74—0	1755.530
»	26	Mercredi .	19.0	758.85—19.0	12.00	728.19—0	1790.784
»	27	Jeudi. . .	19.0	756.50—18.0	12.00	725.56—0	1784.294
»	28	Vendredi..	16.7	755.55—16.0	10.00	729.45—0	1808.570
»	29	Samedi. .	19.5	753.05—19.0	12.00	729.91—0	1772.278
»	38	Dimanche.	12.6	757.15—12.0	12.00	732.32—0	1842.240
»	31	Lundi. . .	16.0	759.65—16.0	19.00	723.71—0	1798.087
Juin. .	1	Mardi. . .	16.0	759.65—16.9	9.00	735.17—0	1826.560
»	2	Mercredi..	16.6	760.79—16.0	8.00	736.77—0	1826.930
»	3	Jeudi. . .	15.0	759.82—14.0	10.00	735.41—0	1833.512
							1 572 .807

Volume de l'air.. . . . . = 51 572lit,807

Poids de l'air. . . . . = 66 693gr,290

Poids excédant de l'acide carbonique. . . = 396gr,776

Poids total.. . . . . = 67 090gr,066

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 1. V = 1998^{lit},916 à 12° et P. = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée.	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juin. . .	4	Vendredi .	14.5	754.65—15.0	8.00	752.55—0	1850.062
»	5	Samedi. .	15.0	760.75—16.0	8.00	758.10—0	1840.218
»	6	Dimanche.	12.0	756.47—14.5	10.00	754.50—0	1849.853
»	7	Lundi. . .	17.0	751.00—16.0	8.00	726. 6—0	1799.571
»	8	Mardi. . .	16.0	750.15—16.0	10.00	724.72—0	1858.933
»	9	Mercredi..	15.0	752.45—15.0	10.00	727.65—0	1814.164
»	10	Jeudi. . .	14.0	750.25—14.0	12.00	724.57—0	1812.767
»	11	Vendredi..	14.0	751.45—12.5	8.00	751.05—0	1828.953
»	12	Samedi. .	12.7	754.00—12.5	10.00	752.55—0	1840.915
»	13	Dimanche.	11.6	756.65—11.0	10.00	755.12—0	1854.527
»	14	Lundi. . .	12.2	748.55—12.0	10.00	726.29—0	1828.589
»	15	Mardi. . .	12.5	751.00—80.0	20.00	720.20—0	1811.150
»	16	Mercredi .	13.0	751.00—13.5	7.00	751.26—0	1864.459
»	17	Jeudi. . .	13.0	770.50—12.5	4.00	755.88—0	1927.584
»	18	Vendredi..	14.0	755.60—14.0	4.00	756.02—0	1891.476
»	19	Samedi. .	13.6	755.50—15.5	5.00	757.26—0	1847.120
»	20	Dimanche	14.0	758.50—15.5	8.00	726.96—0	1818.771
»	21	Lundi. . .	15.2	754.80—15.0	10.00	750.14—0	1819.107
»	22	Mardi. . .	16.7	754.45—16.0	8.00	750.58—0	1810.876
»	23	Mercredi..					
»	24	Jeudi. . .	16.0	752.50—15.0	6.00	750.97—0	1816.125
»	25	Vendredi..	13.0	764.00—14.0	6.00	745.13—0	1870.561
»	26	Samedi. .	15.0	756.50—15.0	4.00	759.20—0	1842.961
»	27	Dimanche.	15.6	757.85—15.0	5.00	737.82—0	1855.689
»	28	Lundi. . .	11.8	757.65—11.0	8.00	759.99—0	1860.458.
»	29	Mardi. . .	15.2	760.00—14.0	6.00	759.43—0	1842.252
»	30	Mercredi..	17.5	760.80—17.0	6 00	757.85—0	1823.930
Juil.. .	1	Jeudi. . .	16.0	765.55—15.0	8.00	756.19—0	1829.094
»	2	Vendredi..	15.0	762.50—12.5	10.00	741.72—0	1862.001
»	3	Samedi. .	15.0	766.00—14.0	6.00	745.57—0	1858.842
							53370.598

Volume de l'air. . . . . = 53 370^{lit},598

Poids de l'air. . . . . = 69 018^{gr},160

Poids excédant de l'acide carbonique. . = 396^{gr},776

Poids total. . . . . = 69 414^{gr},936

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 1. V = 1998^{lit},916 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS.	DATES.	JOURS	TEMPÉR. inter. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juillet .	4	Dimanche.	16.8	768.20—18.0	6 00	745.74—0	1842.938
»	5	Lundi. . .	16.0	767.40—17.0	8.00	733.77—0	1823.081
»	6	Mardi. . .	25.8	756.71—24.0	10.00	719.09—0	1728.647
»	7	Mercredi..	19.0	760.10—17.0	9.00	732.67—0	1801.805
»	8	Jeudi. . .	18.0	758.40—17.0	9.00	731.97—0	1806.280
»	9	Vendredi .	19.5	756.15—18.0	6.00	731.10—0	1794.864
»	10	Samedi. .	21.0	761.65—21.0	3.00	737.60—0	1801.759
»	11	Dimanche.	24.0	762.35—24.0	4.00	733.25—0	1773.198
»	12	Lundi. . .	31.0	761.49—29.0	9.00	716.51—0	1699.206
»	13	Mardi. . .	27.0	768.50—25.0	6.00	782.73—0	1754.377
»	14	Mercredi .	21.0	761.00—20.0	10.00	730.02—0	1783.243
»	15	Jeudi. . .	23.0	761.22—21.0	8.00	727.77—0	1765.902
»	16	Vendredi .	23.0	759.20—21.0	8.00	727.75—0	1765.853
»	17	Samedi. .	23.4	756.29—23.0	7.00	717.83—0	1809.119
»	18	Dimanche.	18.5	757.85—19.0	8.00	731.70—0	1802.511
»	19	Lundi. . .	20.4	760.22—21.0	8.00	731.83—0	1791.327
»	20	Mardi. . .	18.0	762.87—19.0	7.00	738.23—0	1821.728
»	21	Mercredi..	18.0	760.22—17.2	10.00	732.77—0	1808.255
»	22	Jeudi. . .	17.5	764.89—16.0	8.00	740.05—0	1833.589
»	23	Vendredi .	16.0	764.78—15.0	10.00	739.41—0	1837.094
»	24	Samedi. .	22.5	760.23—20.0	8.00	729.53—0	1772.985
»	25	Dimanche.	19.0	757.85—19.0	6.00	733.19—0	1803.083
»	26	Lundi. . .	19.0	759.22—19.6	8.00	732.49—0	1801.362
»	27	Mardi. . .	22.5	756.45—22.0	10.00	723.52—0	1758.565
»	28	Mercredi..	22.0	762.25—21.0	8.00	732.03—0	1782.081
»	29	Jeudi. . .					
»	30	Vendredi .	19.0	760.00—18.0	7.00	763.64—0	1804.190
»	31	Samedi. .	20.0	761.95—20.0	10.00	732.12—0	1794.488
Août . .	1	Dimanche.	16.0	762.21—17.0	8.00	738.61—0	1835.107
»	2	Lundi. . .	19.0	758.40—19.0	10.00	729.74—0	1791.296
»	3	Mardi. . .	17.0	751.55—18.0	10.00	724.96—0	1795.162
							53783.095

Volume de l'air. . . . . = 53 783^{lit},095

Poids de l'air. . . . . = 70 844^{gr},780

Poids excédant de l'acide carbonique. . = 410^{gr}.457

Poids total. . . . . = 71 255^{gr},237

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur N° 1 V = 1998^{lit},916 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Août .	4	Mercredi .	18.4	752.17—19.0	8.00	726.13—0	1789.405
»	5	Jeudi. . .	17.0	751.15—18.0	7.00	727.56—0	1800.356
»	6	Vendredi..	18.2	752.10—18.0	10.00	724.28—0	1786.073
»	7	Samedi. .	17.6	755.40—19.0	8.00	730.12—0	1804.199
»	8	Dimanche.	16.5	754.09—16.0	10.00	728.18—0	1806.155
»	9	Lundi. . .	18.0	758.20—19.0	10.00	731.53—0	1805.194
»	10	Mardi. . .	17.2	764.04—17.0	10.00	745.37—0	1839.477
»	11	Mercredi..	17.5	752.60—18.0	9.00	726.55—0	1795.996
»	12	Jeudi. . .	18.1	754.80—17.0	8.00	729.19—0	1798.801
»	13	Vendredi..	20.0	756.40—18.0	7.00	729.83—0	1788.874
»	14	Samedi. .	15.0	751.45—17.5	10.00	726.64—0	1801.387
»	15	Dimanche.	18.2	752.20—18.0	10.00	724.38—0	1782.212
»	16	Lundi. . .	17.5	762.34—17.0	10.00	735.39—0	1817.848
»	17	Mardi. . .	18.7	759.17—18.5	10.00	730.88—0	1799.255
»	18	Mercredi..	18.7	759.50—20.0	9.00	732.02—0	1802.057
»	19	Jeudi. . .	16.0	759.00—15.0	8.00	735.65—0	1827.777
»	20	Vendredi..	16.0	761.05—15.0	8.00	735.69—0	1827.952
»	21	Samedi. .	17.0	762.48—16.0	10.00	736.11—0	1822.771
»	22	Dimanche.	17.0	763.35—18.0	10.50	736.25—0	1823.068
»	23	Lundi. . .	17.2	765.80—18.0	10.00	738.99—0	1828.640
»	24	Mardi. . .	22.0	764.28—20.0	8.00	734.17—0	1789.115
»	25	Mercredi..	22.1	763.20—22.0	15.00	725.75—0	1766.120
»	26	Jeudi. . .	17.4	761.85—18.0	9.00	735.85—0	1819.613
»	27	Vendredi..	19.0	765.40—20.0	7.00	739.59—0	1818.822
»	28	Samedi. .	17.0	763.00—17.5	10.00	736.44—0	1823.588
»	29	Dimanche.	18.0	765.10—19.0	10.00	737.41—0	1819.705
»	30	Lundi. . .	19.2	762.90—20.0	10.00	733.90—0	1803.592
»	31	Mardi. . .	22.5	764.35—21.5	10.00	732.82—0	1793.138
Sept. .	1	Mercredi..	19.0	766.05—20.0	10.00	737.22—0	1812.994
»	2	Jeudi. . .	16.0	765.15—14.0	7.00	742.90—0	1845.765
»	3	Vendredi..	20.5	766.80—21.0	10.00	736.29—0	1801.629
»	4	Samedi. .	16.5	762.15—18.0	8.00	747.97—0	1855.344
»	5	Dimanche.	14.0	760.07—15.0	10.00	736.33—0	1842.213
							59739.133

Volume de l'air	=	59 739^{lit},133
Poids de l'air.	=	77 253^{gr},820
Poids excédant de l'acide carbonique. .	=	451^{gr},503
Poids total.	=	77 705^{gr}.323

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur N° 1 V = 1998^{lit},916 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée.	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Sept. .	6	Lundi. . .	15.2	760.06—16.5	8.00	737.19—0	1836.671
»	7	Mardi. . .	15.0	759.40—15.2	8.00	736.85—0	1857.102
»	8	Mercredi..	12.0	758.20—14.0	7.00	739.04—0	1861.781
»	9	Jeudi. . .	15.0	755.82—16.0	10.00	731.18—0	1822.966
»	10	Vendredi..	15.2	759.50—16.0	12.00	732.54—0	1825.086
»	11	Samedi. .	18.1	762.18—19.0	7.50	736.81—0	1817.598
»	12	Dimanche.	15.0	760.05—16.0	12.00	733.40—0	1828.500
»	13	Lundi. . .	16.0	759.45—18.0	12.00	741.75—0	1842.858
»	14	Mardi. . .	17.2	755.99—18.0	10.60	728.53—0	1802.756
»	15	Mercredi..	15.4	756.40—17.0	9.00	732.19—0	1822.947
»	16	Jeudi. . .	13.5	755.00—15.0	12.00	729.51—0	1827.064
»	17	Vendredi..	14.1	757.58—15.0	12.00	731.77—0	1830.166
»	18	Samedi. .	14.0	755.00—14.5	8.00	731.35—0	1829.704
»	19	Dimanche.	18.2	751.00—20.0	10.00	722.94—0	1782.769
»	20	Lundi. . .	12.0	760.25—14.0	7.00	741.08—0	1866.935
»	21	Mardi. . .	12.0	765.10—10.0	9.00	744.05—0	1874.406
»	22	Mercredi..	13.0	770.60—14.0	9.00	748.71—0	1879.549
»	23	Jeudi. . .	10.2	773.01— 9.0	9.00	755.59—0	1910.334
»	24	Vendredi .	10.4	772.10—11.0	7.00	754.53—0	1910.868
»	25	Samedi. .	10.1	765.15—12.0	8.00	746.45—0	1892.904
»	26	Dimanche.	10.2	759.35—11.0	9.00	739.70—0	1875.123
»	27	Lundi. . .	10.1	745.84—16.0	4.00	730.70—0	1852.964
»	28	Mardi. . .	10.2	745.99—14.0	6.00	729.05—0	1848.074
»	29	Mercredi..	10.1	746.91—12.0	8.00	728.24—0	1846.726
»	30	Jeudi. . .	10.3	749.65—11.0	7.00	721.98—0	1855.552
Octobre	1	Vendredi .	10.1	741.35—13.0	7.00	723.58—0	1854.917
»	2	Samedi. .	11.3	749.65—11.0	7.00	721.98—0	1848.557
»	3	Dimanche.	15.0	743.37—14.0	2.00	726.77—0	1811.972
»	4	Lundi. . .	10.1	749.35—15.0	7.00	731.32—0	1854.536
»	5	Mardi. . .	10.5	743.92—14.0	6.00	726.78—0	1840.615
»	6	Mercredi..	10.3	751.18—11.0	4.00	736.51—0	1862.084
»	7	Jeudi. . .	10.2	753.45— 9.0	3.00	740.05—0	1876.011
»	8	Vendredi..	10.5	758.05—11.0	4.00	743.24—0	1882.100
»	9	Samedi. .	5.2	759.11— 7.0	4.00	747.69—0	1929.301
»	10	Dimanche.	5.7	759.95— 6.0	4.00	748.36—0	1927.559
»	11	Lundi. . .	10.1	762.47—10.0	5.00	747.02—0	1894.349
							66743.402

Volume de l'air. . . . . = 66 743^{lit},402

Poids de l'air. . . . . = 86 311^{gr},693

Poids excédant de l'acide carbonique. . = 492^{gr},548

Poids total. . . . . = 86 804^{gr},241

DEUXIÈME SÉRIE

VÉGÉTATION DANS L'AIR AMMONIACAL

EXPÉRIENCE DE 1849

DONNÉES NUMÉRIQUES

— Pour l'analyse des semences, voyez la première série, page 88.

RÉCOLTES

Après la première dessiccation à 90°, les récoltes pesaient :

	RÉCOLTES VERTES	DESSÉCHÉES A 90°
	Gr.	Gr.
Colzas	443,20	71,00
Blé	99,00	21,38
Seigle	119,50	20,41
Maïs	55,20	6,09

DOSAGE DE L'EAU

Colzas desséchés de 100° à 105°	1,00
— — à 120°	0,944
Eau pour 100	5,6
Maïs desséché à 90°	1,00
— — à 120°	0,88
Eau pour 100	11,5

DOSAGE DE L'EAU

	Gr.
Blé desséché à 90°.	1,00
— — à 120°.	0,902
Eau pour 100.	9,8
Seigle desséché à 90°.	1,00
— — à 120°.	0,914
Eau pour 100.	8,6

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Colzas desséchés à 90°.	1,187	0,7525
Titre de l'acide normal..	26,9	19,55
— — après l'analyse.	19,1	4,50
Azote pour 100..	4,01	3,91

	Gr.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,165 Az.
10cc de l'acide de analyse II.	= 0,0383 Az.

Azote en moyenne = 3,96 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gr.	Gr.
Blé desséché à 90°.	0,224	0,513
Titre de l'acide normal.	15,85	19,9
— — après l'analyse..	8,00	10,9
Azote pour 100.	3,44	3,37

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I..	= 0,0156 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0383 Az.

Azote en moyenne = 3,40 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Seigle desséché à 90°.	0,269	0,2675
Titre de l'acide normal.	16,15	16,35
— — après l'analyse.	3,5	8,45
Azote pour 100.	2,81	2,81

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,0156 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0156 Az.

Azote en moyenne = 2,81 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Maïs desséché à 90°.	0,323	0,4743
Titre de l'acide normal.	16,15	15,10
— — après l'analyse.	4,9	9,00
Azote pour 100..	3,36	3,26

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,0156 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II,.	= 0,0383 Az.

Azote en moyenne = 3,31 pour 100.

EXPÉRIENCE DE 1850

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur N° 2 = 640^{lit},918 à 21°. P = 0^{m},760.

MOIS.	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P=760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juillet..	2	Mardi. . .	18.6	762.70—19.0	18.60	725.85—0	572.988
»	3	Mercredi..	22.7	762.55—23.0	7.80	730.50—0	575.884
»	4	Jeudi. . .	19.0	764.30—20.0	15.00	731.42—0	569.381
»	5	Vendredi .	20.1	766.55—20.0	9.40	737.19—0	578.973
»	6	Samedi. .	19.5	766.50—20.0	8.50	738.47—0	581.170
»	7	Dimanche.	20.0	755.50—20.5	9.00	726.63—0	570.874
»	8	Lundi. . .	18.0	766.00—19.0	8.00	740.31—0	584.269
»	9	Mardi. . .	17 4	762.95—18.0	6.75	739.21—0	585.967
»	10	Mercredi..	16.0	764.12—18.0	9.00	739.38—0	588.946
»	11	Jeudi. . .	15.9	764.50—18.0	5.00	743.85—0	592.712
»	12	Vendredi .	18.4	764.50—19.0	4.50	741.92—0	586.093
»	13	Samedi. .	17.9	761.50—20.0	4.00	739.60—0	585.266
»	14	Dimanche.	21.5	762.50—23.5	7.00	735.55—0	573.214
»	15	Lundi. . .	25.5	760.50—27.0	15.00	727.74—0	561.193
»	16	Mardi. . .	26.2	760.55—27.0	5.00	726.97—0	559.285
»	17	Mercredi..	24.6	756.00—26.5	7.00	722.76—0	559.032
							9225.247

Volume de l'air. . . . . = 9 225^{lit},247

Poids de l'air. . . . . = 11 929^{gr},966
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 295^{gr},529

Poids total. . . . . = 12 225^{gr},495

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 5^{gr},088
Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00042

EXPÉRIENCE DE 1850

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur N° 2 V = 640^{lit},918 à 21°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P=760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juillet..	18	Jeudi. . .	21.1	760.00—21.5	12.00	726.77—0	568.845
»	19	Vendredi..	21.0	765.00—21.5	6.00	735.88—0	576.172
»	20	Samedi. .					
»	21	Dimanche.					
»	22	Lundi. . .	22.5	761.00—24.0	9.00	728.80—0	567.726
»	23	Mardi. . .	21.0	759.30—22.5	7.00	731.07—0	572.406
»	24	Mercredi..	19.7	762.30—19.5	3.00	739.84—0	581.859
»	25	Jeudi. . .	18.2	760.55—18.5	4.00	738.74—0	583.982
»	26	Vendredi..	18.7	757.55—19.0	4.00	735.19—0	580.178
»	27	Samedi. .	20.0	759.30—21.0	5.00	734.55—0	576.959
»	28	Dimanche.	15.7	757.00—15.0	4.00	737.90—0	588.295
»	29	Lundi. . .	18.7	761.05—19.0	4.00	738.68—0	582.952
»	30	Mardi. . .	18.0	764.30—19.0	4.50	742.12—0	587.088
»	31	Mercredi..	17.6	765.70—17.0	4.00	744.64—0	589.864
Août. .	1	Jeudi. . .	19.8	765.00—22.0	10.00	721.11—0	548.170
»	2	Vendredi..	19.8	764.65—21.5	10.55	734.29—0	577.288
»	3	Samedi. .	19.0	765.10—21.0	10.50	735.67—0	579.959
»	4	Dimanche.	20.0	762.75—22.0	16.00	726.67—0	570.906
»	5	Lundi. . .	19.0	759.70—20.0	15.00	725.91—0	572.265
»	6	Mardi. . .	21.4	754.10—22.0	15.75	716.75—0	560.444
»	7	Mercredi..	17.4	762.00—19.0	17.00	727.89—0	576.995
»	8	Jeudi. . .	18.5	761.10—20.0	15.00	727.81—0	574.749
»	9	Vendredi .	18.5	762.00—20.0	14.00	729.71—0	576.249
»	10	Samedi. .	19.2	765.10—20.0	15.00	729.09—0	574.578
»	11	Dimanche.	18.2	762.00—17.5	16.00	728.51—0	575.757
»	12	Lundi. . .	20.0	755.80—21.0	14.00	721.87—0	567.135
»	13	Mardi. . .	17.5	757.30—19.0	15.00	725.10—0	574.584
»	14	Mercredi .	17.7	757.00—18.0	15.75	723.99—0	573.509
»	15	Jeudi. . .	17.5	762.30—17.5	13.50	731.96—0	580.420
»	16	Vendredi..	16.4	759.00—18.0	10.00	732.92—0	582.992
»	17	Samedi. .	15.4	764.00—17.5	12.00	736.85—0	588.138
							16709.970

Volume de l'air. . . . . = 16 709^{lit},970

Poids de l'air. . . . . = 21 609^{gr},115
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 535^{gr},647

Poids total. . . . . = 22 144^{gr},762

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 9^{gr},222
Rapport de l'ammoniaque à l'air . . . . . = 0,00042

EXPÉRIENCE DE 1850

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur N° 2 V = 640lit,918 à 21°. P. = 0m,760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. inter. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim
			°	°	mm	°	Lit.
Août. .	18	Dimanche.	17.1	764.20—17.0	13.00	754.61—0	582.924
»	19	Lundi. . .	15.8	764.15—17.0	12.00	752.71—0	584.058
»	20	Mardi. . .	17.7	759.50—17.5	15.00	729.09—0	577.347
»	21	Mercredi..	15.0	754.50—15.0	15.00	726.99—0	581.091
»	22	Jeudi. . .	14.0	760.55—14.5	20.00	726.87—0	583.023
»	23	Vendredi .	16.2	765.65—17.0	14.00	755.86—0	584.136
»	24	Samedi. .	15.9	765.20—16.0	15.00	754.42—0	589.285
»	25	Dimanche.	19.4	762.20—20.0	15.00	728.00—0	575.126
»	26	Lundi. . .	15.8	764.55—15.5	15 00	754.28—0	585.289
»	27	Mardi. . .	15.0	769.55—15.5	7.00	747.74—0	597.677
»	28	Mercredi .	18.0	765.20—20.0	5.00	742.49—0	587.351
»	29	Jeudi. . .	14.0	760.50—15.7	4.00	742.68—0	595.704
»	30	Vendredi .	13.4	767.10—15.0	10.50	745.54—0	597.646
»	31	Samedi. .	14.0	769.20—15.0	4.00	751.44—0	602.731
Sept. .	1	Dimanche.	15.0	772.50—15.5	3.75	754.15—0	602.784
»	2	Lundi. . .	11.7	772.55—11.0	4.00	756.94—0	612.056
»	3	Mardi. . .	16.7	768.50—17.0	5.00	749.05—0	595.204
»	4	Mercredi..	14.7	762.00—15.5	4.00	743.65—0	595.029
»	5	Jeudi. . .	14.0	758.20—15.0	4.00	740.47—0	595.952
»	6	Vendredi .	14.0	768.15—15.0	4.00	750.39—0	601.889
»	7.	Samedi. .					
»	8	Dimanche.	11.2	770.00—15.0	5.70	754.77—0	611.377
»	9	Lundi. . .	11.4	770.00—11.0	5.00	755.58—0	611.602
»	10	Mardi. . .	12.0	769.21—15.0	4.00	755.15—0	608.559
»	11	Mercredi..	11.9	768.20—11.0	4.00	752.46—0	608.006
»	12	Jeudi. . .	14.5	766.55—15.0	4.00	748.41—0	599.255
»	13	Vendredi .	14.0	765.20—15.0	4.00	745.46—0	597.934
»	14	Samedi. .	15.2	765.00—14.0	4.00	745.98—0	600.027
»	15	Dimanche.	12.0	764.25—14.0	5.80	748.28—0	604.416
»	16	Lundi. . .	14.5	765.20—14.7	13.50	757.76—0	591.159
»	17	Mardi. . .	15.2	765.00—15.4	14.00	756.24—0	588.076
»	18	Mercredi .	15.0	762.00—15.4	5.00	746.20—0	600.624
»	19	Jeudi. . .	12.2	758 00—10.5	4.00	742.12—0	599.571
»	20	Vendredi .	12.0	752.80—11.5	4.00	756.95—0	595.264
»	21	Samedi. .	14.1	758.10—16.0	4.00	740.17—0	595.484
							20231.396

Volume de l'air. . . . . = 20 231lit,396

Poids de l'air. . . . . = 26 162gr,990

Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 628gr,000

Poids total. . . . . = 26 790gr,990

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 10gr,812

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00041

EXPÉRIENCE DE 1850

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur N° 2 V = 640lit918, à 21°. P = 0m,760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Sept. .	22	Dimanche.	16.8	762.55—19.0	2.75	743.24—0	590.383
»	23	Lundi. . .	14.5	756.00—17.0	5.00	736.64—0	589.830
»	24	Mardi. . .	14.3	756.00—17.0	4.00	737.80—0	591.171
»	25	Mercredi..	15.0	759.30—17.0	4.00	740.53—0	591.914
»	26	Jeudi. . .	14.0	761.30—14.0	4.00	743.68—0	596.507
»	27	Vendredi .	14.0	762.05—13.5	3.00	745.49—0	597.958
»	28	Samedi. .	15.0	759.55—16.0	4.00	740.91—0	592.218
»	29	Dimanche.	12.0	762.30—12.0	4.00	746.37—0	602.873
»	30	Lundi. . .	13.7	755.00—15.5	4.00	737.44—0	592.122
Octobre	1	Mardi. . .	12.1	751.10—13.5	3.75	735.19—0	593.634
»	2	Mercredi..	12.0	755.50—12.0	4.00	739.79—0	597.558
»	3	Jeudi. . .	11.0	759.80—12.0	4.00	744.55—0	603.524
»	4	Vendredi .	11.4	759.20—12.0	4.20	743.48—0	601.808
»	5	Samedi. .	12.0	757.20—13.0	5.00	740.16—0	597.857
»	6	Dimanche.	10.0	759.20—12.0	4.00	744.58—0	605.685
»	7	Lundi. . .	11.7	755.20—15.0	5.00	738.12—0	596.839
»	8	Mardi. . .	13.0	757.15—14.5	5.00	739.23—0	595.014
»	9	Mercredi..	13.0	761.30—13.5	4.75	743.75—0	598.652
»	10	Jeudi. . .	11.0	761.35—11.0	7.00	743.21—0	602.521
»	11	Vendredi .	10.0	758.25—11.5	4.00	743.69—0	604.961
»	12	Samedi. .	8.0	768.50— 9.0	3.75	755.62—0	619.050
»	13	Dimanche.	7.6	770.10—10.0	5.00	756.06—0	620.294
»	14	Lundi. . .	9.9	762.00—12.0	4.00	747.43—0	608.219
»	15	Mardi. . .	8.7	764.30—10.5	3.75	750.86—0	613.618
»	16	Mercredi..	9.7	766.20—10.5	5.00	750.92—0	611.492
»	17	Jeudi. . .	8.2	765.00— 8.0	5.00	750.90—0	614.744
»	18	Vendredi .	10.0	767.00—10.0	4.00	752.61—0	612.218
»	19	Samedi. .	9.0	763.20—10.5	5.00	748.35—0	610.915
»	20	Dimanche.	10.0	760.55—11.5	4.50	745.49—0	606.426
»	21	Lundi. . .	10.0	756.15—10.5	5.00	740.71—0	602.537
»	22	Mardi. . .	6.7	752.30— 6.5	4.00	740.18—0	609.223
»	23	Mercredi..	4.6	747.00— 5.0	5.00	735.04—0	609.578
							19281.343

Volume de l'air. . . . . = 19 281lit,543

Poids de l'air. . . . . = 24 934gr,390

Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 985gr,098

Poids total. . . . . = 25 919gr,488

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 10gr,176

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00040

EXPÉRIENCE DE 1851

DONNÉES NUMÉRIQUES

— Pour l'analyse des semences, voyez la première série, page 77. —

RÉCOLTES

Après la première dessiccation à 90°, les récoltes pesaient :

	RÉCOLTES VERTES	DESSÉCHÉES A 90°.
	Gram.	Gram.
Soleils	145,50	37,75
Tabac (T)	255,05	56,42
Tabac (t)	207,00	48,55

DOSAGE DE L'EAU

	Gram.
Soleils desséchés à 90°	0,2355
Après dessiccation à 120°	0,2155
Eau pour 100	8,5
Graines de soleil desséchées à 60°	0,220
Après dessiccation à 120°	0,193
Eau pour 100	12,2

DOSAGE DE L'EAU

	Gram.
Tabac desséché à 90°	1,00
Après dessiccation à 120°	0,926
Eau pour 100	7,4
Capsules de tabac desséché à 60°	0,284
Après dessiccation à 120°	0,243
Eau pour 100	14,40

DOSAGE DES CENDRES

	Gram.
Soleils desséchés à 90°	0,872
Cendres solubles	0,036
— insolubles	0,034
Cendres pour 100	7,82
Graines de soleils desséchés à 60°	0,22
Cendres	0,01
Cendres pour 100	4,5

DOSAGE DES CENDRES

	Gram.
Tabac desséché à 90°	1,216
Cendres solubles	0,036
— insolubles	0,036
Cendres pour 100	5,77
Capsules de tabac desséché à 90°	0,287
Cendres	0,027
Cendres pour 100	9,40

BALANCE DES CENDRES

	SEMENCES.	RÉCOLTES.
	Gram.	Gram.
Soleil	0,005	3,019
Tabac (T')	0,017	3,495
Tabac (t)	0,017	2,791

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Soleils desséchés à 90°	0,6795	1,2645
Titre de l'acide normal	14,9	15,7
— — après l'analyse	8,1	10,4
Azote pour 100	1,04	0,98

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	0,156 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II	0,0383 Az.

Azote en moyenne = 1,01 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	Gram.
Graines de soleils desséchés à 60°	0,165
Titre de l'acide normal	15,6
— — après l'analyse	13,3
Azote pour 100	1,40
	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse	= 0,0156 Az.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Tabac desséché à 90°	0,3825	0,6405
Titre de l'acide normal	16,7	15,15
— — après l'analyse	12,5	12,7
Azote pour 100	1,02	0,96

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,0156 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II..	= 0,0383 Az.

Azote en moyenne = 0,99 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	Gram.
Graines de tabac desséché à 60°.	0,188
Titre de l'acide normal.	15,6
— — après l'analyse..	11,0
Azote pour 100.	2,45

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse.	= 0,0156 Az.

EXPÉRIENCE DE 1851

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur N° 5 V = 1106^{lit},450 à 21°. P = 0^{m},760

MOIS.	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juin. .	13	Vendredi .	20.5	761.39—19.5	2.00	759.08—0	1000.706
»	14	Samedi. .	16.1	765.05—15.0	4.05	745.54—0	1024.874
»	15	Dimanche.					
»	16	Lundi. . .	14.6	761.95—14.0	5.00	744.97—0	1029.411
»	17	Mardi. . .	15.9	766.08—12.5	4.00	748.72—0	1057.121
»	18	Mercredi..	12.0	771.75—11.5	10 00	749.88—0	1045.606
»	19	Jeudi. . .	16.0	768.75—15.0	2.00	751.57—0	1053.216
»	20	Vendredi .	19.1	765.85—19.0	0.00	747.07—0	1016.381
»	21	Samedi. .	18.1	760.85—17.0	0.00	743.25—0	1014.656
»	22	Dimanche.	18.4	767.79—18.0	6.00	745.85—0	1014.595
»	23	Lundi. . .	14.5	764.07—12.0	10.00	740.50—0	1023.514
»	24	Mardi. . .	11.8	766.15—10.0	6.20	748.10—0	1043.918
»	25	Mercredi..	12.5	769.15—11.0	8.00	749.00—0	1042.506
»	26	Jeudi. . .	17.5	767.65—12.5	6.00	745.25—0	1019.472
»	27	Vendredi..	18.8	765.57—18.0	2.00	745.22—0	1014 908
»	28	Samedi. .	18.2	765.85—17.5	5.00	745.16—0	1014.192
»	29	Dimanche.	19.0	765.87—19.5	2.50	742.64—0	1010.700
»	30	Lundi. . .	17.8	762.45—16.5	12.00	735.26—0	1002.060
							17587.476

Volume de l'air. . . . . = 17 587^{lit},476

Poids de l'air.. . . . . = 22 485^{gr},252

Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 232^{gr},593

Poids total. . . . . = 22 717^{gr},845

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 8^{gr},586

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00038

EXPÉRIENCE DE 1851

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur N° 3. V = 1106^{lit},450 à 21°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juillet.	1	Mardi. . .	20.0	761.45—18.0	2.00	739.86—0	1003.474
»	2	Mercredi..	17.5	756.65—17.5	10.00	729.65—0	998.153
»	3	Jeudi. . .	15.4	756.15—16.0	10.00	731.18—0	1007.548
»	4	Vendredi..	14.8	758.43—15.0	7.00	737.07—0	1017.788
»	5	Samedi. .	15.4	760.31—15.0	12.50	732.95—0	1009.987
»	6	Dimanche.	14.3	762.25—14.0	3.50	744.90—0	1030.391
»	7	Lundi. . .	14.5	763.35—14.5	6.00	743.28—0	1027.433
»	8	Mardi. . .	16.5	757.95—11.5	5.00	757.57—0	1012.484
»	9	Mercredi .	15.4	753.57—15.0	7.00	731.72—0	1009.292
»	10	Jeudi. . .	14.0	754.47—17.0	7.00	733.51—0	1015.698
» (*)	11	Vendredi .	12.5	763.35—12.0	5.00	746.08—0	1040.697
»	12	Samedi. .	13.0	764.17—15.0	12.00	739.57—0	1029.810
»	13	Dimanche.	16.0	759.85—11.5	6.00	738.92—0	1018.205
»	14	Lundi. . .	14.2	754.55—11.5	4.00	737.10—0	1022.074
»	15	Mardi. . .	14.0	758.15—14.5	4.00	740.46—0	1027.450
»	16	Mercredi..	14.6	755.77—14.0	4.00	737.80—0	1021.620
»	17	Jeudi. . .	15.2	755.00—11.5	4.00	738.30—0	1027.322
»	18	Vendredi .	13.0	758.68—12.5	4.00	742.00—0	1033.195
»	19	Samedi. .	15.2	763.23—15.0	3.00	745.54—0	1030.184
»	20	Dimanche.	13.8	762.50—13.0	4.00	745.15—0	1034.680
»	21	Lundi. . .	12.8	759.40—12.0	3.00	743.92—0	1036.595
»	22	Mardi. . .	14.0	761.50—14.0	4.00	743.88—0	1032.196
»	23	Mercredi..	21.0	749.59—22.0	4.00	724.46—0	981.272
»	24	Jeudi. . .	16.9	751.77—17.0	12.50	722.89—0	993.018
»	25	Vendredi..	17.0	749.00—19.0	2.00	730.30—0	1002.850
»	26	Samedi. .	19.0	753.77—18.0	4.00	731.25—0	997.265
»	27	Dimanche.	17.2	760.53—17.0	4.00	739.86—0	1015.277
» (**)	28	Lundi. . .	14.1	763.02—14.0	3.00	746.32—0	1034.570
»	29	Mardi. . .	18.7	757.65—18.5	4.00	735.36—0	1003.273
»	30	Mercredi..	16.2	757.25—16.0	2.00	739.60—0	1017.796
»	31	Jeudi. . .	20.0	759.37—18.0	4.00	735.79—0	999.391
							31530.984

Volume de l'air. . . . . = 31 530^{lit},984

Poids de l'air. . . . . = 40 775^{gr},447

Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 424^{gr},139

Poids total. . . . . = 41 199^{gr},586

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 14^{gr}.787

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00036

(*) On remplace l'aspirateur n° 3 par le n° 2. V = 1108^{lit},747 à 21°.

(**) On remplace l'aspirateur n° 2 par le n° 1. V = 1108^{lit},050 à 21°.

EXPÉRIENCE DE 1851

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur N° 1 V = 1108^{lit},050 à 21°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. inter. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P=760 millim
			°	°	mm	°	Lit.
Août. .	1	Vendredi.	21.5	764.20—21.5	4.00	738.56—0	998.041
»	2	Samedi. .	19.0	765.00—18.0	4.00	742.45—0	1011.903
»	3	Dimanche.	21.0	765.00—20.0	14.00	741.16—0	1003.261
»	4	Lundi. . .	16.5	763.65—16.0	2.50	745.22—0	1024.465
»	5	Mardi. . .	19.5	763.05—20.0	2.00	741.74—0	1009.204
»	6	Mercredi.	20.0	764.00—18.5	4.00	740.34—0	1005.577
»	7	Jeudi. . .	19.4	760.29—18.5	4.00	737.28—0	1003.480
»	8	Vendredi..	19.0	758.85—18.0	3.00	737.31—0	1004.898
»	9	Samedi. .	16.9	760.14—15.8	4.00	739.89—0	1015.732
»	10	Dimanche.	18.5	761.45—17.5	2.00	741.47—0	1012.502
»	11	Lundi. . .	15.0	763.65—16.0	2.00	746.99—0	1032.257
»	12	Mardi. . .	19.0	765.00—20.0	5.00	743.19—0	1013.612
»	13	Mercredi..	19.7	761.89—20.0	4.00	738.38—0	1003.945
»	14	Jeudi. . .	20.1	763.15—20.0	5.00	740.20—0	1004.944
»	15	Vendredi.	21.8	761.29—21.0	5.00	736.31—0	995.986
»	16	Samedi. .	20.2	763.35—20.0	4.50	738.79—0	1002.786
»	17	Dimanche.	20.3	764.50—20.0	4.00	740.13—0	1004.262
»	18	Lundi. . .	18.9	767.20—19.5	5.00	745.55—0	1016.477
»	19	Mardi. . .	20.6	768.80—21.0	4.50	743.66—0	1008.019
»	20	Mercredi..	21.0	770.05—21.0	4.50	744.46—0	1007.728
»	21	Jeudi. . .	14.7	765.20—15.0	3.00	747.90—0	1034.594
»	22	Vendredi.	21.0	763.05—22.0	4.00	737.86—0	998.795
»	23	Samedi. .	21.1	761.60—15.5	5.00	743.93—0	1027.671
»	24	Dimanche.	16.0	762.80—17.0	5.00	744.19—0	1024.822
»	25	Lundi. . .	14.0	764.00—15.0	5.00	744.25—0	1052.060
»	26	Mardi. . .	14.9	760.55—14.5	3.00	742.96—0	1027.045
»	27	Mercredi.	16.0	757.50—17.0	3.50	738.21—0	1016.587
»	28	Jeudi. . .	18.5	753.15—19.0	3.00	732.02—0	999.402
»	29	Vendredi.	14.7	754.75—14.0	3.00	737.60—0	1020.345
»	30	Samedi .	15.3	761.09—12.5	4.00	744.19—0	1034.505
»	31	Dimanche.	15.2	767.55—14.5	3.00	749.91—0	1035.571
							31448.271

Volume de l'air. . . . . = 31 448^{lit},271

Poids de l'air. . . . . = 40 668^{gr},494
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 424^{gr},139

Poids total . . . . . = 41 092^{gr},633

Ammoniaque ajoutée.. . . . . = 14^{gr},787
Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00036

EXPÉRIENCE DE 1851

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur N° 1. V = 1107^{lit},171 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS.	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P=760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Sept. .	1	Lundi.. .	14.0	766.85—15.5	3.00	750.04—0	1039.264
»	2	Mardi. . .	15.8	765.00—15.0	4.00	745.79—0	1026.923
»	3	Mercredi..	15.8	764.00—15.5	4.00	744.73—0	1025.463
»	4	Jeudi. . .	14.8	762.35—15.0	3.00	744.98—0	1029.378
»	5	Vendredi .	19.7	764.35—20.0	4.00	740.83—0	1006.477
»	6	Samedi. .	17.2	765.15—17.5	2.00	746.40—0	1022.796
»	7	Dimanche.	10.2	766.43—11.0	5.00	752.79—0	1057.096
»	8	Lundi. . .	17.5	772.20—18.0	3.00	752.10—0	1029.540
»	9	Mardi. . .	15 3	771.00—15.0	2.00	754.20—0	1040.307
»	10	Mercredi..	15.0	771.40—15.6	2.00	754.77—0	1042.180
»	11	Jeudi. . .	17.6	771.50—18.0	2.00	752.39—0	1029.937
»	12	Vendredi .	14.5	768.00—15.0	2.00	751.86—0	1039.971
»	13	Samedi. .	16.2	767.20—17.0	4.00	747.40—0	1027.714
							13417.046

Volume de l'air. . . . . = 13 417^{lit},046

Poids de l'air.. . . . . = 17 350^{gr},744
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 177^{gr},865

Poids total. . . . . = 17 528^{gr},609

Ammoniaque ajoutée.. . . . . = 6^{gr},201
Rapport de l'ammoniaque à l'air.. . . . . = 0,00035

EXPÉRIENCES DE 1852

DONNÉES NUMÉRIQUES

— Pour l'analyse des semences, voyez la première série, p. 88 —

RÉCOLTES

Après la première dessiccation à 90°, les récoltes pesaient :

	RÉCOLTES VERTES	DESSÉCHÉES A 90°
	Gram.	Gram.
Colzas d'automne	609,15	121,98
Blé de mars (paille)	65,10	24,61
— — (grains)		2,15 (*)
Soleils	260,00	77,80
Deuxièmes colzas d'été	870,00	163,60

DOSAGE DE L'EAU

	I	II
	Gram.	Gram.
Colzas d'automne desséchés à 90°	0,254	0,316
Après dessiccation à 120°	0,241	0,298
Eau pour 100	5,1	5,7
Deuxièmes colzas d'été desséchés à 90°	0,7580	0,6975
Après dessiccation à 120°	0,7270	0,6685
Eau pour 100	4,09	4,16

* Les grains de blé ont été desséchés au soleil.

DOSAGE DE L'EAU

	Gram.
Blé (grains)	0,1295
Après dessiccation à 120°	0,115
Eau pour 100	11,2
Blé (paille desséchée à 90°)	0,468
Après dessiccation à 120°	0,418
Eau pour 100	10,68

DOSAGE DE L'EAU

	I	II
	Gram.	Gram.
Soleils desséchés à 90°	0,5010	0,4520
Après dessiccation à 120°	0,4780	0,4320
Eau pour 100	4,59	4,42

DOSAGE DES CENDRES

	Gram.
Colzas d'automne	1,225
Cendres solubles	0,046
— insolubles	0,033
Cendres pour 100	6,30
Blé (paille desséchée à 90°)	0,751
Cendres solubles	0,029
— insolubles	0,029
Cendres pour 100	7,68

DOSAGE DES CENDRES

	Gram.
Soleils desséchés à 90°.	1,1835
Cendres solubles.	0,1225
— insolubles.	0,0600
Cendres pour 100..	15,42
Deuxièmes colzas d'été, desséchés à 90°.	1,525
Cendres solubles.	0,061
— insolubles.	0,070
Cendres pour 100.	8,59

BALANCE DES CENDRES

	CENDRES DANS	
	SEMENCES	RÉCOLTES
	Gram.	Gram.
Colzas d'automne.	0,234	7,684
Blé de mars.	0,025	1,890
Soleils.	0,016	11,996
Premiers colzas d'été.	0,844	14,05

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Colzas d'automne desséchés à 90°.	0,5485	1,029
Titre de l'acide normal.	20,4	17,8
— — après l'analyse.. . . .	13,4	13,2
Azote pour 100.	0,97	0,96

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	= 0,0156 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	= 0,0383 Az.

Azote en moyenne = 0,96 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	Gram.
Blé (paille desséchée à 90°)	1,08
Titre de l'acide normal	16,55
— — après l'analyse	8,8
Azote pour 100	0,67

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I	= 0,0156 Az.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II
	Gram.	Gram.
Blé (grains)	0,232	0,221
Titre de l'acide normal	16,55	16,75
— — après l'analyse	9,0	9,5
Azote pour 100	3,06	3,04

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I	= 0,0156 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II	= 0,0156 Az.

Azote en moyenne = 3,05 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II	III
	Gram.	Gram.	Gram.
Soleils desséchés à 90°	0,234	0,224	0,3075
Titre de l'acide normal	11,5	14,65	8,4
— — après l'analyse	10,6	13,50	7,5
Azote pour 100	1,28	1,34	1,33

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I	= 0,0383 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II	= 0,0383 Az.
10cc de l'acide de l'analyse III	= 0,0383 Az.

Azote en moyenne = 1,32 pour 100.

DOSAGE DE L'AZOTE

	I	II	III
	Gram.	Gram.	Gram.
Deuxièmes colzas d'été.	0,3605	0,28	0,387
Titre de l'acide normal..	11,5	8,4	8,35
— — après l'analyse. .	9,9	7,5	7,15
Azote pour 100.	1,47	1,46	1,43

	Gram.
10cc de l'acide de l'analyse I.	0,0385 Az.
10cc de l'acide de l'analyse II.	0,0383 Az.
10cc de l'acide de l'analyse III.	0,0383 Az.

Azote en moyenne = 1,45 pour 100.

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 2. V = 1973^{lit},250 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P=760 millim.
			o	o	mm	o	Lit.
Oct. 1851.	4	Samedi. .	11.7	755.00—12.0	2.50	741.70 —0	1846.451
»	5	Dimanche.	9.9	756.50—10.5	2.50	743.63 —0	1863.056
»	6	Lundi. . .	11.1	759.75—12.5	3.10	744.88 —0	1858.290
»	7	Mardi. . .	13.4	758.15—13.5	5.00	740.05 —0	1831.213
»	8	Mercredi..	13.8	758.75—13.5	3.00	742.35 —0	1834.708
»	9	Jeudi. . .	10.6	761.65—10.0	4.50	746.40 —0	1865.362
»	10	Vendredi .	14.5	764.53—15.0	5.50	744.90 —0	1836.520
»	11	Samedi. .	14.0	769.15—14.0	6.00	749.52 —0	1851.135
»	12	Dimanche.	11.5	770.10—10.5	6.00	752.68 —0	1875.106
»	13	Lundi. . .	10.6	768.00—10.5	3.00	754.18 —0	1884.816
»	14	Mardi. . .	12 4	764.45—12.0	2.00	750.25 —0	1863.146
»	15	Mercredi..	13.6	755.35—13.0	3.00	739.18 —0	1828.151
»	16	Jeudi. . .	10.6	751.15—10.0	3.50	736.92 —0	1841.680
»	17	Vendredi..	8.8	754.65— 8.0	6.50	738.72 —0	1857.795
»	18	Samedi. .	7.0	764.55— 6.0	5.00	751.33 —0	1901.475
»	19	Dimanche.		764.25—10.0	5.00	748.86 —0	1875.296
»	20	Lundi. . .	11.5	765.00—13.0	2.50	750.79 —0	1870.397
»	21	Mardi. . .	11.3	761.00—10.0	4.00	745.79 —0	1859.252
»	22	Mercredi .	8.8	761.00— 8.0	3.00	748.56 —0	1882.542
»	23	Jeudi. . .	8.5	765.05— 8.0	8.00	747.778—0	1882.583
»	24	Vendredi .	10.0	767.05—10.0	4.00	752.655—0	1884.800
»	25	Samedi. .	11.2	768.00—11.0	15.00	741.720—0	1849.755
»	26	Dimanche.	10.5	764.55—10.5	6.00	747.786—0	1869.496
»	27	Lundi. . .	8.2	761.66— 8.0	10.25	742.307—0	1870.807
»	28	Mardi. . .	10.6	773.85—10.0	2.50	760.570—0	1900.785
»	29	Mercredi .	11.2	744.64—11.0	6.00	727.403—0	1814.051
»	30	Jeudi. . .	6.7	745.75— 6.0	7.50	730.191—0	1849.962
»	31	Vendredi .	6.9	748.39— 6.0	8.00	732.228—0	1853.795
Nov.. .	1	Samedi. .	6.0	753.15— 6.0	20.00	725.428—0	1842.261
»	2	Dimanche.	5.8	754.43— 5.0	2.50	744.421—0	1896.476
»	3	Lundi. . .	6.0	755.25— 6.0	7.00	741.126—0	1882.386
							57723.548

Volume de l'air. . . . . = 57 723^{lit},548

Poids de l'air. . . . . = 74 647^{gr},330

Poids excédant de l'acide carbonique. . . = 424^{gr},139

Poids total. . . . . = 75 071^{gr},469

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 9^{gr},920

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00013

EXPÉRIENCE DE 1852.

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 2. V = 1973^{lit},250 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Novemb.	4	Mardi. . .					
»	5	Mercredi..	5.0	759.55—5.0	5.00	749.408—0	1910.281
»	6	Jeudi. . .	7.1	753.25—7.0	7.50	737.562—0	1865.467
»	7	Vendredi .	8.0	744.02—7.8	6.00	739.242—0	1864.411
»	8	Samedi. .	7.3	754.90—7.0	6.00	740.406—0	1871.820
»	9	Dimanche.	5.0	755.20—4.0	4.50	743.581—0	1895.685
»	10	Lundi. . .	4.7	755.19—5.5	8.00	740.364—0	1889.274
»	11	Mardi. . .	4.1	757.45—5.5	5.00	745.885—0	1907.285
»	12	Mercredi..	5.0	764.20—4.0	6.00	751.176—0	1914.788
»	13	Jeudi. . .	5.0	774.20—4.5	12.00	755.307—0	1925.318
»	14	Vendredi..	5.1	764.55—4.0	7.00	750.280—0	1911.815
»	15	Samedi. .	4.0	760.18—3.0	7.00	746.717—0	1910.103
»	16	Dimanche.	5.0	762.20—4.3	12.00	745.141—0	1994.306
»	17	Lundi. . .	4.3	760.80—2.5	8.00	746.145—0	1906.571
»	18	Mardi. . .	5.7	756.40—3.0	10.00	740.062—0	1895.136
»	19	Mercredi..	1.0	757.20—0.0	3.00	749.260—0	1937.426
»	20	Jeudi. . .	3.5	753.10—3.0	4.00	742.846—0	1903.643
»	21	Vendredi..	3.0	762.20—2.0	5.00	751.269—0	1928.723
»	22	Samedi. .	5.0	757.50—4.5	8.00	742.220—0	1891.959
»	23	Dimanche	3.7	762.40—3.0	8.00	748.000—0	1915.617
»	24	Lundi. . .	4.1	752.20—5.0	6.00	739.099—0	1891.466
»	25	Mardi. . .	4.2	747.80—4.0	10.00	731.138—0	1868.900
»	26	Mercredi..	4.1	748.10—3.0	7.00	734.600—0	1878.428
»	27	Jeudi. . .	4.0	754.58—3.0	5.00	743.120—0	1901.901
»	28	Vendredi..	4.1	755.17—3.5	5.00	743.649—0	1901.567
»	29	Samedi. .	4.0	756.80—3.0	7.00	743.339—0	1901.462
»	30	Dimanche.	4.6	764.00—4.0	5.00	752.151—0	1920.046
Décemb.	1	Lundi. . .		760.20—3.0	5.50	754.334—0	1936.522
»	2	Mardi. . .	5.0	762.48—4.8	6.00	749.361—0	1910.162
»	3	Mercredi..	5.8	765.12—5.5	6.00	749.543—0	1905.134
							55255.214

Volume de l'air. . . . . = 55 255^{lit},214

Poids de l'air. . . . . = 71 455^{gr},330

Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 396^{gr},776

Poids total . . . . . = 71 852^{gr},106

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 9^{gr},600

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00013

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 2. V = 1973^{lit},250 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Déc. 1851.	4	Jeudi. . .	7.0	772.20—8.0	6.50	757.219—0	1916.379
»	5	Vendredi. .	8.2	773.00—7.0	9.00	755.005—0	1902.810
»	6	Samedi. .	7.3	769.20—8.0	7.50	753.079—0	1903.858
»	7	Dimanche.	7.2	772.40—8.0	7.00	756.714—0	1913.732
»	8	Lundi. . .	4.2	769.40—4.0	7.00	755.723—0	1931.742
»	9	Mardi. . .	6.2	770.20—5.0	5.00	757.427—0	1922.561
»	10	Mercredi. .	8.2	772.30—8.0	6.00	757.183—0	1908.298
»	11	Jeudi. . .	7.5	769.00—7.0	5.00	755.395—0	1908.150
»	12	Vendredi. .	7.0	772.00—8.0	4.50	759.019—0	1920.935
»	13	Samedi. .	3.0	770.00—2.0	10.00	754.066—0	1935.904
»	14	Dimanche.	3.5	772.00—3.0	7.80	757.937—0	1942.317
»	15	Lundi. . .	4.1	772.80—3.5	8.00	758.228—0	1938.846
»	16	Mardi. . .	3.1	769.80—4.0	5.20	756.331—0	1946.147
»	17	Mercredi. .	0.0	759.00—0.0	4.50	759.900—0	1972.150
»	18	Jeudi. . .					
»	19	Vendredi. .	2.0				
»	20	Samedi. .	2.5	765.20—2.0	8.00	751.461—0	1932.725
»	21	Dimanche.					
»	22	Lundi. . .	4.0	769.50—5.0	5.00	757.787—0	1938.420
»	23	Mardi. . .					
»	24	Mercredi. .	3.0	770.15—3.5	7.00	757.031—0	1943.516
»	25	Jeudi. . .	2.0	770.01—3.0	4.00	760.338—0	1959.145
»	26	Vendredi. .					
»	27	Samedi. .	3.0	766.04—3.5	8.00	751.923—0	1930.428
»	28	Dimanche.	2.0	765.50—2.0	7.00	752.913—0	1952.271
»	29	Lundi. . .					
»	30	Mardi. . .					
»	31	Mercredi. .					
Janv. 1852	1	Jeudi. . .					
»	2	Vendredi. .					
»	3	Samedi. .					
							38620.334

Volume de l'air. . . . . = 38 620^{lit},334

Poids de l'air. . . . . = 49 943^{gr},320
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 273^{gr},638

Poids total . . . . . = 50 216^{gr},958

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 6^{gr},400
Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00013

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 2. V = 1975 l,250 à 12°. P = 0m.760.

MOIS	DATES	JOURS	TEMPÉRATURE moyenne de l'air	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Janv.	4	Dimanche.	"				
"	5	Lundi. . .	5.5	768.00— 5.2	10.00	751.714—0.	1926.413
"	6	Mardi. . .					
"	7	Mercredi .	6.0	756.20— 5.6	6.00	741.525—0	1885.596
"	8	Jeudi. . .					
"	9	Vendredi..	5.4	756.20— 5.0	4.50	744.570—0	1894.723
"	10	Samedi. .	9.5	744.80— 9.0	5.00	729.858—0	1850.952
"	11	Dimanche..	10.2	747.20—10.0	4.00	732.714—0	1833.565
"	12	Lundi. . .	10.0	747.20—10.0	4.00	732.857—0	1835.161
"	13	Mardi. . .					
"	14	Mercredi..	11.5	755.24—11.0	5.00	738.784—0	1840.487
"	15	Jeudi. . .	11.5	761.80—11.0	6.00	744.535—0	1854.516
"	16	Vendredi .	11.4	759.18—11.0	4.00	745.785—0	1853.593
"	17	Samedi. .	8.5	765.77— 8.0	5.00	749.497—0	1886.911
"	18	Dimanche.	4.0	770.00— 5.5	6.00	749.471—0	1937.680
"	19	Lundi. . .	2.0	760.75— 1.0	6.00	749.326—0	1930.743
"	20	Mardi. . .					
"	21	Mercredi..	7.0	765.20— 8.5	6.00	750.666—0	1899.795
"	22	Jeudi. . .	8.4	750.10— 8.0	5.40	735.500—0	1852.332
"	23	Vendredi .	5.2	755.10—10.0	5.25	750.109—0	1910.691
"	24	Samedi. .	8.0	765.20— 8.2	6.00	748.181—0	1886.955
"	25	Dimanche.	5.9	761.40— 5.5	8.50	745.479—0	1894.123
"	26	Lundi. . .	5.4	765.97— 7.0	5.80	752.595—0	1915.638
"	27	Mardi. . .	5.2	756.79— 4.2	5.50	744.155—0	1895.125
"	28	Mercredi..	5.0	755.50— 4.5	5.00	742.066—0	1905.106
"	29	Jeudi. . .	2.4	761.62— 5.0	5.50	750.297—0	1930.432
"	30	Vendredi .	2.7	762.27— 2.0	6.00	750.458—0	1928.741
"	31	Samedi. .	8.0	764.15— 7.9	9.00	746.167—0	1881.876
Févr.	1	Dimanche.	9.5	765.10— 9.0	15.00	740.219—0	1856.944
"	2	Lundi. . .	7.0	765.04— 7.0	6.00	750.690—0	1899.855
"	3	Mardi. . .	5.0	759.10— 5.0	8.00	755.950—0	1821.859
							48987.412

Volume de l'air. . . . . = 48 987lit,412

Poids de l'air. . . . . = 63 349gr,880
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 355gr,729

Poids total. . . . . = 63 705gr,609

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 8gr,320
Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00015

EXPÉRIENCE DE 1852.

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 2. V = 1973^{lit},250 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPER. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Fév.. .	4	Mercredi .	7.0	768.07— 7.5	5.00	754.656—0	1909.850
»	5	Jendi . .	10.1	762.20— 9.5	8.00	745.875—0	1862.153
»	6	Vendredi..	7.0	767.42— 8.5	6.00	752.884—0	1905.398
»	7	Samedi.. .	10.4	770.20—12.0	6.00	751.308—0	1878.766
»	8	Dimanche.	7.6	745.52— 7 0	8.00	726.883—0	1835.860
»	9	Lundi. . .	6.5	747.34— 5.0	8.00	731.462—0	1854.511
»	10	Mardi. . .	3.8	757.26— 2.5	6.00	744.942—0	1906.942
»	11	Mercredi..	2.5	759.95— 0.5	8.00	746.595—0	1919.694
»	12	Jeudi. . .	2.0	750.00— 0.0	7.00	747.698—0	1926.549
»	13	Vendredi..					
»	14	Samedi. .	3.0	758.65— 2.0	5.00	747.720—0	1919.612
»	15	Dimanche.					
»	16	Lundi. . .	5.8	765.85— 5.0	6.00	752.512—0	1912.170
»	17	Mardi. . .	8.2	758.95— 8.0	4.00	745.850—0	1879.757
»	18	Mercredi..	5.0	751.60— 4.0	8.00	736.584—0	1877.594
»	19	Jeudi. . .	3.8	752.75— 2.5	7.50	738.934—0	1991.565
»	20	Vendredi..	3.1	758.63— 2.5	8.00	744.598—0	1910.903
»	21	Samedi. .	2.0	766.39— 0.0	13.00	748.088—0	1927.555
»	22	Dimanche.	5.0	769.75— 4.0	7.00	755.725—0	1926.378
»	23	Lundi.. .	2.2	770.01— 1.2	10.00	754.484—0	1942.618
»	24	Mardi. . .	5.1	765.35— 4.5	12.00	746.265—0	1901.585
»	25	Mercredi..	8.0	763.41— 4.5	24.00	730.843—0	1843.228
»	26	Jeudi. . .	8.0	763.41— 4.5	24.00	730.843—0	1843.228
»	27	Vendredi..	5.6	760.61— 4.5	29.00	724.252—0	1842.184
»	28	Samedi. .	6.0	749.48— 5.0	29.00	712.882—0	1810.649
»	29	Dimanche.	6.0	759.36— 4.5	26.00	725.815—0	1843.490
Mars. .	1	Lundi. . .	8.0	764.45— 6.5	25.00	740.756—0	1867.929
»	2	Mardi. . .	8.8	754.27— 7.0	12.00	732.962—0	1843.315
»	3	Mercredi..	7.7	762.15— 5.0	15.50	738.184—0	1863.736
»	4	Jeudi. . .	6.6	766.65— 3.5	13.00	749.924—0	1900.637
							52847.832

Volume de l'air. . . . . = 52 847^{lit},832

Poids de l'air. . . . . = 68 342^{gr},129

Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 383^{gr},093

Poids total. . . . . = 68 725^{gr},222

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 8^{gr},960

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00013

EXPÉRIENCE DE 1852

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 2. V = 1975^{cl},250 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS.	DATES.	JOURS.	TEMPÉR. inter. de l'aspir.	BAROMÈTRE.	MANOM.	PRESSION calculée.	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Mars. .	5	Vendredi..	7.6	774.55— 5.0	21.00	744.905—0	1881.372
»	6	Samedi. .	7.6	775.59— 5.5	18.00	749.101—0	1891.964
»	7	Dimanche.	12.8	771.45—10.5	50.00	729.149—0	1808.203
»	8	Lundi. . .	15.2	768.11—12.8	25.00	750.658—0	1796.975
»	9	Mardi. . .	16.1	766.65—12.5	29.00	722.581—0	1771.398
»	10	Mercredi..	12.0	764.80— 9.0	18.00	755.242—0	1828.430
»	11	Jeudi. . .	7.5	765.80— 6.0	14.00	741.315—0	1872.575
»	12	Vendredi..	10.4	765.47— 8.5	19.90	755.115—0	1858.268
»	13	Samedi. .	9.2	767.15— 6.5	16.00	741.650—0	1862.538
»	14	Dimanche.	9.5	767.75— 6.0	14.00	744.262—0	1868.412
»	15	Lundi. . .	11.2	768.65— 5.5	41.00	717.294—0	1788.840
»	16	Mardi. . .	8.8	765.80— 8.0	50 00	726.357—0	1826.704
»	17	Mercredi..	15.5	765.37—10.5	20.00	752.697—0	1813.826
»	18	Jeudi. . .	11.0	761.51— 8.0	36.00	714.743—0	1883.736
»	19	Vendredi..	12.6	760.47—10.0	26.00	722.371—0	1792.654
»	20	Samedi. . .	14.5	765.20—12.0	28.00	721.429—0	1778.653
»	21	Dimanche.	14.8	764.05—10.5	15.00	755.292—0	1810.937
»	22	Lundi. . .	17.2	759.75—13.0	12.00	731.561—0	1786.988
»	23	Mardi. . .					
»	24	Mercredi..	20.9	754.59—18.5	0.00	733.972—0	1770.478
»	25	Jeudi. . .	15.1	756.79—12.5	12.00	730.576—0	1797.447
»	26	Vendredi..	8.9	752.59— 7.5	15.00	728.165—0	1830.600
»	27	Samedi. .	14.7	749.00—10.2	14.00	721.320—0	1777.146
»	28	Dimanche.	15.5	749.95—11.0	20.00	717.092—0	1774.143
»	29	Lundi. .	15.0	746.20—12.0	12.00	721.603—0	1788.240
»	30	Mardi. . .	19.0	748.30—16.0	15.00	715.056—0	1736.540
»	31	Mercredi..	14.0	754.52—15.0	12.00	729.041—0	1800.557
Avril.	1	Jeudi. . .	14.7	765.50—13.0	14.50	734.949—0	1810.725
»	2	Vendredi..	15.1	764.50—10.0	12.00	740.113—0	1865.468
»	3	Samedi. .	12.5	763.40—12.0	12.00	739.123—0	1834.870
							52686.687

Volume de l'air. . . . . = 52 686^{lit},687

Poids de l'air. . . . . = 68 133^{gr},732
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 396^{gr},775

Poids total . . . . . = 68 530^{gr},507

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 9^{gr},280
Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00013

EXPÉRIENCE DE 1852.

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 2. V = 1973^{lit},250 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPÉR. inter. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Avril. .	4	Dimanche.	13.0	761.52—11.0	12.00	737.016—0	1826.435
»	5	Lundi. . .	14.0	763.40—13.0	13.00	736.902—0	1819.912
»	6	Mardi. . .	22.6	761.40—18.0	12.00	726.810—0	1743.288
»	7	Mercredi..	17.2	761.64—12.0	5.00	740.560—0	1809.014
»	8	Jeudi. . .	16.0	764.20—14.0	13.00	735.950—0	1805.020
»	9	Vendredi..	12.5	763.00—11.0	12.00	738.845—0	1834.180
»	10	Samedi. .	14.2	754.84—11.0	8.00	733.444—0	1810.168
»	11	Dimanche.	16.9	762.40—14.0	10.00	736.358—0	1800.595
»	12	Lundi.. .	21.0	765.10—19.0	5.00	739.277—0	1782.667
»	13	Mardi. . .	23.0	767.00—20.0	10.00	733.652—0	1757.316
»	14	Mercredi..	22.0	761.25—19.0	10.00	728.275—0	1750.174
»	15	Jeudi. . .	22.0	760.42—20.0	10.00	728.323—0	1750.290
»	16	Vendredi..	20.0	754.20—18.0	10.00	724.645—0	1753.359
»	17	Samedi. .	6.7	754.20— 5.0	10.00	736.253—0	1865.320
»	18	Dimanche.	11.0	755.20—10.0	10.00	734.181—0	1832.243
»	19	Lundi.. .	10.0	760.70— 8.0	12.00	738.57 —0	1849.524
»	20	Mardi. . .	18.8	764.80—14.0	8.00	738.94 —0	1795.123
»	21	Mercredi..	21.6	761.40—11.0	23.00	717.97 —0	1727.756
»	22	Jeudi. . .	23.0	756.57—19.0	23.00	710.37 —0	1701.548
»	23	Vendredi..	16.2	757.50—13.0	12.00	750.21 —0	1789.701
»	24	Samedi. .	17.0	752.80—15.0	11.00	725.58 —0	1773.627
»	25	Dimanche.	15.0	753.20—14.0	6.00	732.82 —0	1803.595
»	26	Lundi. . .	19.0	762.59—17.0	14.00	729.97 —0	1772.114
»	27	Mardi. . .	24.5	762 80—19.0	10.00	727.63 —0	1730.688
»	28	Mercredi..	23.0	763.78—18.0	11.00	729.70 —0	1747.849
»	29	Jeudi. . .	14.0	758.80—14.0	7.00	738.19 —0	1823.153
»	30	Vendredi..	17.5	754.95—16.5	50.05	708.04 —0	1727.767
Mai.. .	1	Samedi. .	12.8	755.10—12.0	14.00	728.62 —0	1806.895
»	2	Dimanche.	12.0	756.40—11.0	10.00	734.60 —0	1826.847
»	3	Lundi. . .	14.6	760.19—12.0	10.00	736.65 —0	1815.354
»	4	Mardi. . .	19.2	760.55—16.0	10.00	732.05 —0	1775.945
							55407.467

Volume de l'air. . . . . = 55 407^{lit},467

Poids de l'air. . . . . = 71 652^{gr},220

Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 410^{gr},457

Poids total . . . . . = 72 062^{gr},677

Ammoniaque ajoutée . . . . . = 9^{gr},600

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00013

EXPÉRIENCE DE 1852.

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 2. V = 1975 ,250 à 12°. P. = 0m,760.

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPÉR. moy. de l'aspir.	BAROMÈTRE.	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Mai.. .	5	Mercredi..	20.9	765.55—15.0	16.00	727.59—0	1754.601
»	6	Jeudi. . .	21.0	764.05—16.0	15.00	730.61—0	1760.146
»	7	Vendredi .	24.0	762.15—18.0	12.00	725.78—0	1752.597
»	8	Samedi. .	24.0	765.65—21.0	14.00	724.91—0	1729.512
»	9	Dimanche.					
»	10	Lundi. . .	25.4	760.65—29.0	40.00	795.95—0	1648.189
»	11	Mardi. . .	18.8	765.25—14.0	28.00	721.78—0	1755.435
»	12	Mercredi..	16.6	758.55—15.0	5.00	727.36—0	1780.438
»	13	Jeudi. . .	16.2	760.15—16.0	8.00	730.49—0	1805.092
»	14	Vendredi..	14.6	747.45—14.0	10.00	723.49—0	1785.113
»	15	Samedi. .	23.2	764.15—20.0	18.00	722.57—0	1729.600
»	16	Dimanche.	19.9	759.15—16.0	12.00	727.92—0	1761.885
»	17	Lundi. . .	27.5	756.65—24.0	15.00	711.44—0	1678.726
»	18	Mardi. . .	23.5	755.00—20.5	10.00	716.27—0	1712.783
»	19	Mercredi..	17.6	758.25—17.0	15.00	726.60—0	1772.447
»	20	Jeudi. . .	12.5	750.85—15.0	8.00	730.49—0	1813.439
»	21	Vendredi..	20.7	757.55—19.0	8.00	729.74—0	1761.473
»	22	Samedi. .	25.5	759.15—25.0	18.00	714.09—0	1696.109
»	23	Dimanche.	23.2	760.00—22.1	15.00	753.18—0	1731.060
»	24	Lundi. . .	23.8	758.10—24.0	8.00	725.26—0	1732.524
»	25	Mardi. . .	28.4	755.55—25.0	8.00	715.75—0	1685.845
»	26	Mercredi..	18.0	758.55—18.0	6.00	755.00—0	1790.468
»	27	Jeudi. . .	20.0	756.50—17.5	10.00	726.50—0	1758.065
»	28	Vendredi..	17.9	755.55—16.0	7.00	752.27—0	1790.598
»	29	Samedi. .	21.0	755.65—21.0	10.00	724.60—0	1747.276
»	30	Dimanche	15.8	755.61—14.0	15.00	723.56—0	1775.862
»	31	Lundi. . .	14.0	758.75—11.0	11.00	734.51—0	1814.064
Juin. .	1	Mardi. . .	22.6	759.95—17.0	10.00	727.49—0	1744.948
»	2	Mercredi..	21.6	760.75—18.0	8.00	731.55—0	1759.954
»	3	Jeudi. . .	15.4	759.70—14.0	5.00	741.55—0	1835.050
							50857.269

Volume de l'air . . . . . = 50 857m,269

Poids de l'air . . . . . = 65 742gr,090
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 596gr,775

Poids total. . . . . = 66 138gr,865

Ammoniaque ajoutée . . . . . = 9gr,280
Rapport de l'ammoniaque à l'air . . . . . = 0,00014

EXPÉRIENCE DE 1852.

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 2. V = 1973^{lit},250 à 12°. P = 0^{m},760

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juin.	4	Vendredi.	14.2	755.05—15.0	7.00	734.73—0	1813.342
»	5	Samedi.	15.2	760.75—16.0	8.00	737.93—0	1814.908
»	6	Dimanche.	16.0	757.41—17.0	8.00	733.81—0	1799.771
»	7	Lundi.	19.0	751.61—16.0	10.00	725.34—0	1756.019
»	8	Mardi.	16.0	750.15—16.0	8.00	742.15—0	1820.226
»	9	Mercredi.	15.3	752.95—16.0	4.00	734.33—0	1805.427
»	10	Jeudi.	15.0	750.25—14.0	20.00	715.87—0	1761.879
»	11	Vendredi.	14.0	751.43—12.5	7.00	733.03—0	1810.409
»	12	Samedi.	12.9	754.00—15.0	5.00	736.11—0	1824.829
»	13	Dimanche.	11.6	756.65—12.0	18.00	727.00—0	1810.493
»	14	Lundi.	12.1	748.35—12.0	8.00	728.26—0	1810.444
»	15	Mardi.	13.0	751.00—12.0	25.00	713.40—0	1771.987
»	16	Mercredi.	13.0	751.00—13.5	7.00	731.26—0	1840.319
»	17	Jeudi.	12.5	770.50—12.5	14.00	753.88—0	1900.351
»	18	Vendredi.	14 0	753.60—14.0	10.00	740.02—0	1827.673
»	19	Samedi.	15.6	755.50—13.5	10.00	732.26—0	1811.036
»	20	Dimanche.	14.0	758.50—13.5	12.00	732.96 0	1810.256
»	21	Lundi.	15.7	754.80—25.0	7.00	732.72—0	1798.968
»	22	Mardi.					
»	23	Mercredi.	16.6	754.45—16.0	4.00	734.47—0	1797.842
»	24	Jeudi.	14.3	762.35—15.0	8.00	740.38—0	1826.649
»	25	Vendredi.	13.2	764.00—12.0	7.00	744.24—0	1843.242
»	26	Samedi.	15.5	756.50—13.0	5.00	736.79—0	1810.217
»	27	Dimanche.	16.0	757.85—15.0	4.00	740.52—0	1815.738
»	28	Lundi.	12.0	757.65—11.0	8.00	737.85—0	1834.930
»	29	Mardi.	15.0	760.00—14.0	8.00	737.59—0	1815.335
»	30	Mercredi.	17.5	760.80—17.0	8.00	735.85—0	1795.629
Juillet.	1	Jeudi.	16.0	763.55—15.0	10.00	738.19—0	1810.514
»	2	Vendredi.	14.0	766.81—15.0	3.00	750.06—0	1852.469
»	3	Samedi.	15.0	766.00—14.0	5.00	747.57—0	1839.897
							52630.978

Volume de l'air. . . . . = 52 630^{lit},978

Poids de l'air. . . . . = 68 061^{gr},700
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 396^{gr},776

Poids total . . . . . = 68 458^{gr},476

Ammoniaque ajoutée . . . . . = 9^{gr},280
Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00014

EXPÉRIENCE DE 1852.

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 2. V = 1973^{lit},250 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Juillet..	4	Dimanche.	17.0	768.20—18.0	7.00	744.56—0	1820.022
»	5	Lundi. . .	16.0	767.40—17.0	9.00	742.77—0	1821.746
»	6	Mardi. . .	50.0	757.71—27.0	8.00	714.87—0	1673.057
»	7	Mercredi..	19.0	760.10—17.0	10.00	735.68—0	1781.121
»	8	Jeudi. . .	18.0	758.40—17.0	7.00	735.97—0	1787.959
»	9	Vendredi..	19.5	759.15—18.0	5.00	735.10—0	1781.512
»	10	Samedi. .	21.0	760.95—20.0	4.00	736.02—0	1774.813
»	11	Dimanche.	25.5	762.55—24.0	8.00	729.90—0	1745.376
»	12	Lundi. . .	51.0	769.49—29.0	9.00	725.51—0	1687.698
»	13	Mardi. . .	27.0	768.30—25.0	7.00	731.75—0	1729.483
»	14	Mercredi..	21.0	761.00—20.0	8.00	732.02—0	1765.168
»	15	Jeudi. . .	24.0	761.22—21.0	10.00	726.58—0	1734.506
»	16	Vendredi..	21.5	759.10—21.0	7.00	730.47—0	1758.435
»	17	Samedi. .	25.4	756.39—25.0	7.00	717.83—0	1717.093
»	18	Dimanche.	18.7	757.85—19.0	6.00	735.50—0	1782.519
»	19	Lundi. . .	20.8	760.22—21.0	7.00	732.59—0	1767.264
»	20	Mardi. . .	18.5	760.56—20.0	8.00	735.03—0	1785.164
»	21	Mercredi..	20.0	760.45—20.0	8.00	732.62—0	1772.655
»	22	Jeudi. . .	16.8	764.79—17.0	7.00	741.48—0	1813.745
»	23	Vendredi..	15.5	764.78—15.0	12.00	737.99—0	1814.426
»	24	Samedi. .	22.0	760.25—20.0	10.00	728.15—0	1749.826
»	25	Dimanche.	19.0	757.05—19.0	8.00	731.19—0	1775.076
»	26	Lundi. . .	19.0	759.22—19.6	8.00	732.49—0	1778.232
»	27	Mardi.. .	21.6	756.45—22.0	9.00	725.59—0	1746.093
»	28	Mercredi..	22.0	762.55—21.0	10.00	730.05—0	1754.394
»	29	Jeudi. . .					
»	30	Vendredi..	19.0	760.18—18.0	6.00	734.64—0	1785.451
»	31	Samedi. .	19.6	760.25—19.0	8.00	735.56—0	1777.336
Août. .	1	Dimanche.	16.5	762.21—17.0	6.00	740.16—0	1812.204
»	2	Lundi. . .	17.0	758.40—19.0	13.00	728.67—0	1781.180
»	3	Mardi. . .	16.5	751.55—18.0	8.00	727.10—0	1781.152
							55052.706

Volume de l'air. . . . . = 55 052^{lit},706

Poids de l'air . . . . . = 68 607^{kil},065
Poids excédant de l'air carbonique. . . . . = 410^{gr},458

Poids total. . . . . = 69 017^{kil},521

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 9^{gr},600
Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00014

EXPÉRIENCE DE 1852.

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 2. V = 1973^{lit},250 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPER. inter. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P = 760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Août. .	4	Mercredi..	18.0	752.17—19.0	8.00	726.62—0	1770.064
»	5	Jeudi. . .	17.2	751.15—18.0	6.50	727.88—0	1778.010
»	6	Vendredi..	18.1	752.10—18.0	7.00	727.09—0	1770.590
»	7	Samedi. .	18.0	755.40—19.0	10.00	727.74—0	1772.783
»	8	Dimanche.	17.0	754.09—16.0	12.00	725.74—0	1774.018
»	9	Lundi. . .	18.0	758.20—19.0	12.00	728.53—0	1774.707
»	10	Mardi. . .	17.0	760.04—17.0	12.00	731.55—0	1788.220
»	11	Mercredi..	17.2	752.60—18.0	8.00	727.85—0	1777.898
»	12	Jeudi. . .	18.0	754.80—17.0	10.50	726.88—0	1770.688
»	13	Vendredi..	19.0	756.40—18.0	8.00	729.97—0	1772.114
»	14	Samedi. .	16.0	753.22—17.0	8.00	729.64—0	1789.543
»	15	Dimanche.	18.0	752.20—18.0	8.00	726.67—0	1770.176
»	16	Lundi. . .	17.4	762.34—17.0	8.00	737.48—0	1800.228
»	17	Mardi. . .	19.0	759.17—18.5	11.00	730.57—0	1773.570
»	18	Mercredi..	19.0	759.50—20.0	10.00	730.71—0	1773.911
»	19	Jeudi. .	16.0	759.00—15.0	7.00	736.65—0	1806.737
»	20	Vendredi..	16.4	761.05—15.0	10.00	735.34—0	1801.026
»	21	Samedi. .	16.8	762.48—16.0	9.00	737.29—0	1805.492
»	22	Dimanche.	17.2	765.35—18.0	12.00	734.55—0	1794.314
»	23	Lundi. . .	17.0	765.80—18.0	7.00	742.17—0	1814.180
»	24	Mardi. . .	22.4	764.28—20.0	11.00	730.69—0	1753.596
»	25	Mercredi..	22.2	763.20—28.0	10.00	730.61—0	1754.590
»	26	Jeudi. . .	16.8	762.00—19.0	10.00	735.34—0	1798.727
»	27	Vendredi..	19.0	765.40—20.0	12.00	734.60—0	1783.554
»	28	Samedi. .	17.2	763.10—17.5	10.00	736.36—0	1798.739
»	29	Dimanche.	18.1	765.10—19.0	12.00	735.22—0	1790.388
»	30	Lundi. . .	19.0	762.90—20.0	8.00	736.10—0	1786.995
»	31	Mardi. . .	21.0	764.25—21.5	12.00	731.26—0	1763.335
Sept. .	1	Mercredi..	18.7	766.05—20.0	10.00	737.55—0	1792.312
»	2	Jeudi. . .	16.0	765.15—14.0	12.00	737.80—0	1809.557
»	3	Vendredi..	20.0	766.80—21.0	10.00	736.85—0	1782.842
»	4	Samedi. .	17.0	762.15—18.0	5.00	740.53—0	1810.171
»	5	Dimanche.	15.0	760.07—15.0	8.00	737.54—0	1815.212
							58916.087

Volume de l'air. . . . . = 58 916^{lit},087

Poids de l'air. . . . . = 76 189^{gr},500
Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 451^{gr},503

Poids total . . . . . = 76 641^{gr},003

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 10^{gr},560
Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00014

EXPÉRIENCE DE 1852.

VOLUMES D'AIR QUI ONT PASSÉ CHAQUE JOUR DANS LES CLOCHES

Aspirateur de fer N° 2. V = 1973^{lit},250 à 12°. P = 0^{m},760.

MOIS	DATES.	JOURS	TEMPÉR. intér. de l'aspir.	BAROMÈTRE	MANOM.	PRESSION calculée	VOLUME A 0° P=760 millim.
			°	°	mm	°	Lit.
Sept. .	6	Lundi. . .	15.0	760.06—16.5	10.00	755.55—0	1809.822
»	7	Mardi. . .	15.0	759.40—15.2	10.00	754.85—0	1808.591
»	8	Mercredi..	15.0	758.20—14.0	9.00	756.54—0	1824 760
»	9	Jeudi. . .	14.7	755.82—16.0	5.00	755.42—0	1811.884
»	10	Vendredi..	15.0	759.50—16.0	8.00	756.70—0	1813.144
»	11	Samedi. .	17.4	762.18—19.0	10.50	755.07—0	1794.345
»	12	Dimanche.	14.0	760.00—15 5	15.00	752.20—0	1808.359
»	13	Lundi.. .	16.2	759.45—18.0	8.00	755.55—0	1802.788
»	14	Mardi. . .	17.0	755.91—18.0	9.00	750.51—0	1785.189
»	15	Mercredi..	15.0	756.40—17.0	10.00	751.52—0	1800.395
»	16	Jeudi. . .	14.0	755 00—15.0	15.00	729.28—0	1801.148
»	17	Vendredi.	14.0	757.40—15.0	10.00	753.67—0	1811.990
»	18	Samedi. .	14.0	755.00—14.5	12 00	727.55—0	1796.551
»	19	Dimanche.	18.0	751.00—20.0	12.00	722.25—0	1759.360
»	20	Lundi. . .	17.7	760.25—14.0	9.00	759.29—0	1840.451
»	21	Mardi. . .	12.4	765.10—15.0	8.00	744.78—0	1849.563
»	22	Mercredi..	15.5	770.60—14.0	10.00	747.34—0	1848.782
»	23	Jeudi. . .	9.2	773.49—10.0	7.00	758.65—0	1905.157
»	24	Vendredi..	10.4	772.01—11.0	7.00	754.55—0	1886.323
»	25	Samedi. .	10.8	765.15—12.0	7.00	747.02—0	1865.604
»	26	Dimanche.	10.2	758.20—16.0	4.00	742.94—0	1859.154
»	27	Lundi. . .	10.1	745.84—16.0	7.00	727.70—0	1821.662
»	28	Mardi. . .	10.7	745.99—14.0	4.00	730.72—0	1825 542
»	29	Mercredi..	10.9	746.91—12.0	7.00	728.54—0	1818.810
»	30	Jeudi. . .	10.2	755.17—14.0	5.00	758.94—0	1849.145
Oct.. .	1	Vendredi..	10.5	744.35—15.0	7.00	723.34—0	1808.189
»	2	Samedi .	10.2	755.17—14.0	5.00	758.94—0	1849.342
»	3	Dimanche.	10.2	750.87—15.0	5.00	755.08—0	1839.485
»	4	Lundi. . .	10.1	741.55—13.0	7.00	723.58—0	1811.357
»	5	Mardi. . .	10.6	745.92—15.0	5.00	727.59—0	1818.363
»	6	Mercredi..	10.7	751.18—11.0	5.00	757.26—0	1841.879
»	7	Jeudi. . .	5.2	753.45— 9.0	5.00	740.72—0	1886.096
»	8	Vendredi..	10 1	758.05—11.0	4.00	745.12—0	1851.605
»	9	Samedi. .	5.1	759.11— 7.5	5.00	746.69—0	1902.667
»	10	Dimanche.	5.9	759.95— 6 0	4.00	747.25—0	1898.622
»	11	Lundi. . .	10.5	762.47—10.0	5.00	746.90—0	1868.403
							65974.107

Volume de l'air. . . . . = 65 974^{lit},107

Poids de l'air. . . . . = 85 316^{gr},840

Poids excédant de l'acide carbonique. . . . = 495^{gr},549

Poids total. . . . . = 85 810^{gr},389

Ammoniaque ajoutée. . . . . = 11^{gr},520

Rapport de l'ammoniaque à l'air. . . . . = 0,00013

UNE DERNIÈRE REMARQUE SUR LES EFFETS DE L'AMMONIAQUE

I

Les deux propositions suivantes résument ce que j'ai dit des effets de l'ammoniaque :

1° A la dose de 0,0002, et surtout à celle de 0,0004, l'ammoniaque ajoutée à l'air exerce une influence extraordinaire sur la végétation ;

2° Les plantes venues dans l'air ammoniacal contiennent plus d'azote que celles venues dans l'air pur.

Voici quelques exemples :

En 1850.

PLANTES VENUES DANS

L'AIR PUR.	Azote %	L'AIR AMMONIACAL.	Azote %
Colzas	1,99	Colzas	4,20
Blé	1,10	Blé	3.77
Seigle	1,18	Seigle	3,07

En 1851.

	Azote (*) %		Azote %
Soleils	0,67	Soleils	1,22

(*) Les cendres déduites.

En 1852.

PLANTES VENUES DANS

L'AIR PUR.	Azote (*) %	L'AIR AMMONIACAL.	Azote %
Colzas d'automne.	0,94	Colzas d'automne.	1,08
Paille.	0,41	Paille.	0,82
Grains de blé.	2.16	Grains de blé.	3,40
Soleils	0,77	Soleils.	1,64
Premiers colzas d'été. . . .	1,18	Premiers colzas d'été. . . .	1,66

On a sans doute remarqué qu'à partir de 1851, les plantes contiennent moins d'azote qu'en 1849 et en 1850. La raison de cet abaissement dans la proportion de l'azote est bien simple. A partir de 1851 on a réduit la dose de l'ammoniaque. En 1850, l'air en contenait 0,041 pour 100, en 1851, 0,036, et seulement 0,015 en 1852.

Même observation pour l'acide carbonique dont la proportion qui était en 1850 de 5 à 7 pour 100, n'a plus été que de 2 et de 1 pour 100 les années suivantes.

Ainsi, tant qu'on compare les résultats des expériences d'une même année, on trouve que dans l'air pur les récoltes sont plus faibles que dans l'air additionné d'ammoniaque et qu'elles contiennent moins d'azote.

Mais si on compare les récoltes de deux années différentes, les résultats perdent leur caractère de simplicité, et il se manifeste des différences.

(*) Les cendres déduites.

II

Nous remarquerons d'abord qu'en 1850, la récolte de blé venue dans l'air pur contient 1,10 pour 100 d'azote ; alors que la récolte de 1852 obtenue dans l'air additionné d'ammoniaque n'en contient que 0,96 pour 100 (*).

Cette différence s'explique d'elle-même. En 1850, le blé a été semé au mois de juillet ; la saison étant trop avancée pour avoir une végétation régulière, il ne s'est formé qu'une touffe d'herbe, et en définitive, 18 grains ont produit $2^{gr},81$ de récolte dans laquelle l'analyse accuse $0^{gr}031$ d'azote. En 1852, les choses se sont passées bien différemment : le blé a été semé en mars, il a produit un beau chaume et donné du grain. Dans ces nouvelles conditions, 18 grains de semence ont produit $14^{gr},33$ de récolte, dans laquelle il y a $0^{gr},138$ d'azote.

Ainsi, en 1852, il y a eu beaucoup plus d'azote absorbé qu'en 1850 ; mais la récolte de 1850, dans 100 parties, contient plus d'azote que la récolte de 1852. Cela vient de deux causes. Premièrement, de ce que la paille contient moins d'azote que les parties herbacées, et qu'en 1850, le blé, ayant été semé trop tard, n'a produit qu'une touffe d'herbe et pas du tout de paille. Secondement, de ce que la quantité d'azote fournie par les semences étant la même dans les deux cas, et se trouvant répartie dans des poids inégaux de récolte, augmente d'autant plus sa proportion d'azote que le poids de la récolte est lui-même plus faible.

(*) La paille et les grains étant confondus.

En effet, si l'on déduit, dans les deux cas, l'azote de la semence, on trouve que la récolte de 1852 (paille et grains confondus), venue dans l'air additionné d'ammoniaque, pour 100 d'azote, tandis que celle de 1850, obtenue dans l'air pur, n'en contient que 0gr,54.

III

En 1852, les colzas d'automne venus dans l'air ammoniacal contiennent 1,08 pour 100 d'azote, alors que les colzas d'été, venus dans les mêmes conditions en contiennent 1gr,66. Nous avons signalé une différence du même ordre entre les colzas d'automne et les colzas d'été venus dans l'air pur (*). Dans les deux cas, les colzas semés en été ont produit plus de récolte que les colzas semés en automne et, dans 100 parties, les colzas semés en été contiennent plus d'azote.

La cause de cette différence n'est pas difficile à découvrir, elle tient à ce que les colzas semés en automne ont été repiqués au mois d'octobre, et que, sur les six mois que l'expérience a duré, il y en a eu au moins trois pendant lesquels la végétation a été suspendue à cause du froid ; elle tient, de plus, à ce que les mêmes colzas ont fleuri, ce que n'ont pas fait les colzas d'été. Ainsi, dans l'air pur comme dans l'air ammoniacal, la floraison coïncide avec un ralentissement dans l'absorption de l'azote de l'air, ce qui se présente toujours.

(*) Voyez page 68.

IV

Enfin, si l'on étend la comparaison aux colzas de 1850 venus dans l'air pur, et aux colzas d'été de 1852, venus dans l'air ammoniacal, on trouve que les premiers contiennent 1,99 pour 100 d'azote, et les seconds 1,66.

Mais, d'un autre côté, si l'on compare la totalité des récoltes et la totalité de l'azote qu'elles contiennent, alors la culture en 1852 reprend l'avantage dans une mesure considérable. En effet :

		Gram.		Gram.	
En 1850, la récolte desséchée à 120°	=	53,76,	et contient	1,044	Az.
En 1852, — —	=	156,86,	—	2,372.	

Ici encore, si la richesse centésimale est moindre c'est parce que l'azote se trouve réparti dans un poids de récolte trois fois plus fort.

J'ai dit déjà (page 71) qu'en 1852 on avait ajouté trop de cendres au sable qui servait à la culture des colzas ; j'ai reconnu depuis, par une expérience directe, que cette circonstance suffit pour abaisser beaucoup les rendements, et changer notablement la composition des deux récoltes.

APPAREIL PLUS SIMPLE

POUR DÉMONTRER L'ABSORPTION DE L'AZOTE DE L'AIR PAR LES PLANTES

Du moment qu'on fait passer l'air sur de la pierre ponce imbibée d'acide sulfurique, il n'est pas nécessaire de tenir compte du volume d'air qui traverse la cloche, et si l'on néglige cette donnée, on peut disposer l'appareil beaucoup plus simplement que je ne l'ai fait, et rendre l'expérience moins pénible.

Il suffit, en effet, de prendre une cloche de $0^m,80$ de hauteur sur $0^m,60$ de large, dans laquelle on fait passer un courant d'air au moyen d'un petit ventilateur qui est commandé par une machine électro-magnétique. Six éléments de Bunsen suffisent amplement pour le service du ventilateur. Avant d'entrer dans la cloche, l'air passe sur de la ponce imbibée d'acide sulfurique, puis sur de la ponce imbibée de carbonate de soude pour arrêter l'acide sulfurique entraîné; il faut employer de la ponce en fragments gros comme des noisettes.

Le cresson se prête merveilleusement à ce genre d'expérience. En deux mois une expérience est terminée. Voici comment il faut la disposer :

On verse dans l'intérieur de la cloche une nappe d'eau

distillée de 2 centimètres, on met au milieu de la cloche trois petites cales de brique sur lesquelles on pose un pot qui a 30 centimètres de large et 8 centimètres de profondeur. Le fond du pot est criblé de trous comme une écumoire ; il faut que le fond du pot touche à peine la surface de l'eau. On met alors dans le pot une couche de brique en gros fragments, puis, au-dessus de celle-ci, une couche de sable de 4 centimètres d'épaisseur ; il faut ajouter au sable 3 grammes de cendres de cresson frittée pour 800 grammes de sable. On sème alors le cresson. Il faut laisser environ 1 centimètre d'espace entre chaque graine, et il faut tasser à peine le sable dont on recouvre les graines.

Au moyen d'un vase de Mariotte, qui laisse dégoutter de l'acide sulfurique dans une dissolution de bicarbonate de soude, on ajoute un petit excès d'acide carbonique à l'air ; on opère le mélange dans le manchon qui est rempli de ponce imbibée de carbonate de soude. Une expérience disposée comme je viens de le dire, mais dans laquelle j'ai continué de produire le courant d'air au moyen d'un aspirateur, a produit les résultats suivants :

EXPÉRIENCE DE VÉRIFICATION FAITE EN 1853

SEMENCES	DESSÉCHÉES A 120°	AZOTE	RÉCOLTES	VERTES	DESSÉCHÉES A 120°	AZOTE
	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Cresson pot O. . . .	0.308	0.013	Cresson pot O. . . .	60.00	9.394	0.176
Cresson pot + (*). .	0.355	0.015	Cresson pot + . . .	42.00	5.446	0.102
Azote de la semence. .		0.028	Azote de la récolte.			0.278
D'où azote absorbé.. . . . . 0gr,250						

(*) N'ayant pas assez de cendres de cresson pour les deux pots, on a mis de la cendre de choux (5 grammes pour 800 grammes de sable) dans le pot +. La végétation de ce pot a été inférieure à celle du pot O.

Sur la totalité de la récolte, on a choisi les deux plus beaux pieds de cresson, et voici alors comment les phénomènes se présentent :

2 grains de cresson desséchés à 120° pèsent 0gr,0043, et contiennent 0gr,00018 Az.

2 pieds de cresson verts pèsent 2gr,50 ; desséchés à 120°, 0gr,3630, et contiennent 0gr,00680 Az.

D'où azote absorbé. . . . . 0gr,0066.

Enfin, si l'on cherche le rapport de l'azote de la récolte à celui de la semence, on trouve :

Pot 0.	13,53
Pot + ...	6,80
2 pieds séparés.	37,77

On a fait les semis le 14 juillet, et la récolte le 1er octobre. Les plantes ont fleuri, mais n'ont pas fructifié (*).

(*) Voici tous les éléments analytiques de l'expérience :

La graine de cresson employée contient 6,64 p. 100 d'eau et 4,07 p. 100 d'az.
La récolte du pot 0, verte, pèse 60gr.00 ; desséchée à 100°, 9gr,78.
La récolte du pot +, verte, pèse 42gr,00 ; desséchée à 100°, 5gr.67.
Desséchée à 100°, la récolte contient 3,95 p. 100 d'eau, 1,80 p. 100 d'az.

CINQUIÈME PARTIE

DU ROLE DES NITRATES DANS L'ÉCONOMIE DES PLANTES.

I. Depuis quelques années on se préoccupe beaucoup du rôle des nitrates dans l'économie des plantes. A plusieurs reprises déjà on s'est demandé si les nitrates exercent une influence favorable sur la végétation, et si les bons effets qu'on a retirés de leur emploi en agriculture sont dus à l'azote de l'acide ou aux alcalis de la base; en un mot, si les nitrates agissent comme un engrais azoté ou comme un amendement alcalin. On a répondu fort diversement à ces deux questions.

II. M. Liebig, qui se les est posées un des premiers, pense que la formation spontanée des nitrates est un phénomène sans importance pour la végétation en tant que source d'azote pour les plantes. Bien que les nitrates employés comme engrais produisent de bons résultats,

M. Liebig ne trouve pas dans les faits qu'on invoque une raison suffisante pour les attribuer à l'acide plutôt qu'à la base. Ainsi, pour M. Liebig, le rôle des nitrates est un rôle secondaire, sur le mécanisme duquel on ne sait rien de précis.

III. M. Kuhlmann s'éloigne sur ce point de l'illustre chimiste de Munich; il attribue aux nitrates et à la nitrification un rôle considérable. Dans l'opinion de ce savant, lorsque les nitrates sont mêlés avec une matière organique en voie de décomposition, ils se décomposent avec une étonnante facilité. Leur azote passe de l'état d'acide nitrique à celui d'ammoniaque, par une action analogue à celle qui fait passer, dans certaines eaux, le sulfate de chaux à l'état de sulfure de calcium : réduction qui était connue depuis longtemps, mais dont M. Chevreul a remis en lumière la réalité et l'importance.

Ainsi, dans la pensée de M. Kuhlmann, les nitrates employés comme engrais agissent favorablement, parce qu'ils se changent en ammoniaque. Quant aux nitrates formés spontanément, M. Kuhlmann explique aussi leur origine et l'utilité de leur formation.

Lorsqu'un engrais est mis en terre, il se décompose; pendant sa décomposition, tout son azote passe à l'état d'ammoniaque. Une partie de l'ammoniaque ainsi formée est absorbée par les plantes, l'autre tend à se dégager dans l'air, et s'y dégagerait en effet, si, parvenue aux couches superficielles du sol, elle ne se changeait en acide nitrique, sous l'influence combinée de la porosité du sol et de la présence de l'oxygène. Plus tard, cet acide nitrique, entraîné par les pluies dans les couches inférieures du sol, se change de nouveau en ammoniaque, par l'action réductive des matières organiques.

Ainsi, la terre végétale est le siége d'un double travail : à la surface, il se forme des nitrates ; dans les couches inférieures, ces nitrates repassent à l'état d'ammoniaque. *Dans aucun cas, les nitrates ne sont absorbés en nature par les plantes. Leur utilité vient de leur conversion en ammoniaque.*

A l'appui de ces idées sur le rôle des nitrates, M. Kulhmann invoque la facilité avec laquelle l'acide nitrique, sous l'influence de l'hydrogène naissant, se change en ammoniaque, et la facilité non moins grande avec laquelle l'ammoniaque, sous des influences oxydantes, peut reprendre la forme d'acide nitrique. Les réactions que M. Kuhlmann rapporte à cet égard sont intéressantes au plus haut degré; mais elles se produisent dans des conditions si différentes de celles où la végétation s'accomplit, qu'involontairement on se demande pourquoi, au lieu de toûtes ces preuves incidentes et éloignées, M. Kuhlmann ne s'est pas attaché de préférence à prouver que le sol contient à la fois des nitrates et des sels ammoniacaux; que les premiers sont à la surface, et les seconds dans les couches inférieures.

IV. A une époque plus récente, MM. Lawes et Gilberts en Angleterre, et M. Isidore Pierre en France, ont vérifié de nouveau les bons effets des nitrates sur les prairies, sans se préoccuper de la cause qui produit ces effets et des questions théoriques qui s'y rattachent.

V. Enfin, depuis deux ans, M. Bineau, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Lyon, s'occupe du même sujet. Les résultats qu'il a obtenus se résument dans les trois propositions suivantes :

1° L'eau de la pluie contient des nitrates. Presque tous les cours d'eau de la vallée du Rhône sont dans le même cas.

2° Les conferves qui naissent spontanément dans l'eau de pluie font disparaître une partie des nitrates que ces eaux contiennent.

3° Lorsqu'un cours d'eau se jette dans un lac envahi par des plantes aquatiques, on trouve notablement plus de nitrates dans le cours d'eau que dans le lac.

Pour doser les nitrates, M. Bineau se fonde sur la coloration qui se produit lorsqu'on ajoute un excès d'acide sulfurique au résidu laissé par l'évaporation d'un volume invariable d'eau dans lequel on a versé quelques gouttes de dissolution de sulfate de fer. Au moyen d'une série de flacons dans lesquels il opère la même réaction, à l'aide de quantités connues de nitrate de potasse, M. Bineau forme une gamme colorée qui lui sert pour évaluer les quantités de nitre observées dans le premier cas.

Je ne chercherai pas si des indications de cette nature ont toute la rigueur désirable, et si la présence d'une matière organique dans les eaux qu'on soumet à ce mode d'essai n'est pas une cause d'erreur à laquelle il est impossible de se soustraire par des corrections empiriques.

Quelque fondées que puissent être ces critiques, elles ne sont que des critiques de détail et ne diminuent en rien l'importance des observations sur lesquelles M. Bineau se fonde pour attribuer aux nitrates un rôle plus général dans l'économie végétale qu'on ne l'a fait avant lui.

Mais si les nitrates ont une influence sur la végétation, comment cette influence s'exerce-t-elle? Les nitrates sont-ils absorbés en nature? Avant de servir à la nutrition des plantes, passent-ils à l'état d'ammoniaque? Sur tous ces points M. Bineau garde le silence, et la question du *modus agendi* subsiste tout entière.

VI. La séve de beaucoup de plantes contient du nitre.

Il y en a de telles quantités dans le jus de la betterave, que l'industrie, après avoir extrait le sucre, les traite pour en retirer les alcalis. La bourrache, le tabac, le pastel et la pariétaire sont dans le même cas que la betterave, et ces plantes ne sont pas les seules dans lesquelles on trouve des nitrates.

Pour expliquer la présence du nitrate de potasse dans certains végétaux, on est placé dans l'alternative d'en faire remonter l'origine au sol où les plantes l'auraient puisé, on bien d'admettre que ce nitrate est un produit de l'activité même du végétal.

Si l'on se décide en faveur de la première supposition, si l'on admet que le nitrate est originaire du sol, il est bien difficile d'expliquer pourquoi le blé qui est semé à côté d'une betterave ne contient pas de nitrate de potasse, et pourquoi la betterave en contient. Comme conséquence de cette opinion, il faudrait alors admettre que certaines plantes décomposent, jusqu'à la dernière molécule, la totalité des nitrates qu'elles absorbent, tandis que d'autres plantes n'en décomposent qu'une partie. Or, rien dans l'état de la science n'autorise cette opinion.

On a de très-bonnes raisons à donner en faveur de la seconde hypothèse qui voit dans les nitrates un produit de la végétation. Pourquoi les plantes ne formeraient-elles pas de l'acide nitrique? Ne produisent-elles pas les acides tartrique, citrique, racémique, et surtout l'acide oxalique que sa composition (C^2O^3) place à côté de l'acide nitreux (Az^2O^3), et que ses puissantes affinités rapproche à tant d'égards des acides minéraux?

Ainsi deux faits principaux dominent l'état de nos connaissances sur les nitrates dans leur rapport avec la végétation. Le premier, c'est que ces sels ajoutés au sol activent

la végétation, sans que nous puissions dire au juste s'ils sont absorbés en nature et servent à la nutrition des plantes, ou si leur utilité réside dans les produits de leur décomposition. Le second fait, c'est qu'il y a des plantes qui contiennent des quantités considérables de nitrates, dont nous ignorons l'origine, car personne jusqu'à présent n'a fourni la preuve que ces nitrates viennent du sol.

Mes recherches ont eu pour objet de résoudre ces deux questions, mais, avant de commencer ce nouveau travail, j'ai cherché une méthode pour doser l'acide nitrique, assez générale pour s'appliquer à toutes les questions que je voulais traiter, et assez exacte pour donner à mes conclusions la rigueur que réclame pour être utile un semblable travail; je le devais d'autant plus, qu'on peut, avec le secours du nitre et par des expériences d'une extrême simplicité, démontrer que les végétaux absorbent l'azote de l'air et vérifier ainsi les résultats de mes premières recherches sur ce sujet.

DU DOSAGE DES NITRATES EN PRÉSENCE DES MATIÈRES ORGANIQUES

I. Le dosage de l'acide nitrique est une opération délicate, qui a présenté une grande incertitude jusqu'au jour où M. Pelouze a publié son beau mémoire sur l'essai des salpêtres.

Lorsqu'on ajoute du nitrate de potasse à une dissolution acide de protochlorure de fer, si l'on porte ce liquide à l'ébullition, une partie du sel de fer passe à l'état de sesqui-

chlorure, et il se dégage un mélange de bioxyde d'azote et d'acide chlorhydrique.

D'un autre côté, lorsqu'on verse une dissolution d'hypermanganate de potasse dans une dissolution de protochlorure de fer, l'hypermanganate se décolore immédiatement et le protochlorure de fer passe à l'état de sesquichlorure. Lorsque la liqueur prend une nuance rosée, produite par un léger excès d'hypermanganate, c'est l'indice que tout le fer a passé à l'état de sesquichlorure.

M. Pelouze a tiré le parti le plus heureux de ces deux réactions, pour doser l'acide nitrique. En effet, si à une dissolution titrée de protochlorure de fer on ajoute un poids de nitrate de potasse insuffisant pour faire passer tout le fer à l'état de sesquichlorure au moyen d'une dissolution également titrée d'hypermanganate de potasse, on peut doser combien il reste encore de protochlorure de fer dans la liqueur, et déduire par différence, la quantité de sesquichlorure due à l'action du nitre, et par conséquent la quantité de ce dernier sel.

Ce procédé, excellent sous tous les rapports, fournit des indications d'une grande exactitude : malheureusement on ne peut pas l'employer lorsque les nitrates sont mêlés avec des substances propres à réduire l'hypermanganate de potasse. L'acide oxalique, le sucre, la gomme, en général toutes les matières organiques, s'opposent à son emploi. Lorsque la liqueur est colorée, on ne peut pas l'employer non plus, car on ne peut apercevoir la coloration que produit l'excès d'hypermanganate lorsque tout le fer est peroxydé.

Dès l'origine, M. Pelouze avait signalé ces deux cas dans lesquels son procédé ne peut s'appliquer au dosage des nitrates. Mais, comme toutes les méthodes précises et fon-

dées sur des faits nouveaux, le procédé de M. Pelouze contenait en germe le moyen de lui donner toute la généralité désirable.

II. Lorsqu'on fait bouillir, avons-nous dit, une dissolution de protochlorure de fer avec du nitrate de potasse, en même temps que 3 équivalents d'oxygène, réagissant sur l'acide chlorhydrique en excès, mettent en liberté 3 équivalents de chlore qui se portent sur le protochlorure de fer, il se dégage 1 équivalent de bioxyde d'azote ($Az\,O^2$), mêlé à un excès d'acide chlorhydrique.

En effet :

$$Az\,O^5 + 6\,Fe\,Cl + 3\,H\,Cl = Az\,O^2 + 3\,Fe^2\,Cl^3 + 3\,HO.$$

Plus récemment, M. Schlœsing a eu l'idée de recueillir le bioxyde d'azote et de régénérer à son aide l'acide nitrique, qu'il dosait ensuite à l'aide d'une liqueur alcaline titrée. Ce changement dans le mode opératoire donne au procédé de M. Pelouze une généralité d'application qu'il ne possédait pas à l'origine. Les exemples que M. Schlœsing rapporte dans son mémoire prouvent en effet qu'on peut doser les nitrates, en présence des matières organiques. Cependant, quelque valeur que puisse avoir le procédé de M. Schlœsing, le nombre des dosages que je prévoyais était trop considérable : il me fallait une méthode aussi sûre mais plus expéditive.

III. Depuis longtemps, M. Kuhlmann a signalé aux chimistes la facilité avec laquelle l'acide nitrique et tous les oxydes d'azote peuvent se changer en ammoniaque; c'est en déterminant avec soin les conditions qui règlent ces sortes de réactions, que j'ai pu régulariser un procédé dans lequel je dose l'acide nitrique à l'état d'ammoniaque. La présence d'une matière organique n'altère en

rien les indications du procédé*, et, à l'aide des précautions que je vais décrire, son exactitude est si grande, qu'on peut doser l'azote des nitrates avec autant d'exactitude que l'azote de l'ammoniaque. Lorsqu'on opère sur de petites quantités de nitrate, les variations qu'on observe oscillent entre $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de milligramme. Lorsqu'on opère sur des quantités considérables de nitrate, les erreurs peuvent s'élever jusqu'à $\frac{6}{10}$ de milligramme, elles vont rarement au delà.

Reprenant la réaction fondamentale du nitrate de potasse sur le protochlorure de fer, je me suis demandé ce qui arriverait si l'on faisait passer le bioxyde d'azote qui se dégage, dans un tube rempli d'éponge de platine chauffée au rouge après l'avoir mêlé avec un grand excès d'hydrogène. Ce qui arrive, c'est que la totalité du bioxyde d'azote passe à l'état d'ammoniaque, et que l'analyse dure à peu près un quart d'heure. Il n'est pas besoin de dire qu'on absorbe l'ammoniaque à l'aide d'un acide titré; que le nitrate soit mêlé à une matière organique, à de l'acide oxalique, à du sucre, à du tannin, à toute espèce d'infusions végétales, à de l'herbe sèche, à de la farine, etc., etc., la réaction conserve la même netteté et le procédé la même exactitude.

On en jugera par les exemples suivants :

	NITRATE EMPLOYÉ.	AZOTE CONTENU.	AZOTE OBTENU.	DIFFÉRENCE.
	gram.	gram.	gram.	gram.
I.	0,040	0,00554	0,00555	+ 0,00001
II.	0,010	0,00138	0,00143	+ 0,00005
III.	0,040	0,00554	0,00557	+ 0,00003
IV.	0,040	0,00554	0,00572	+ 0,00018

(*) Pour la description du mode opératoire, voyez aux pages 221 et suivantes.

En ajoutant 0gr,50 de tannin au dosage V, et 0gr,50 d'acide oxalique au dosage VI, on a obtenu :

	NITRATE EMPLOYÉ.	AZOTE CONTENU.	AZOTE OBTENU.	DIFFÉRENCES.
	gram.	gram.	gram.	gram.
V.	0,040	0,00554	0,00548	— 0,00006
VI.	0,040	0,00554	0,00555	+ 0,00001
	ANALYSES FAITES PAR M. STOESSNER.			
VIII.	0,010	0,00138	0,00134	0,00004
IX.	0,010	0,00138	0,00125	0,00013

Tant qu'on opère sur de très-petites quantités de nitrate, le procédé fournit des résultats d'une exactitude remarquable. On peut porter sans inconvénient la quantité d'azote du nitrate jusqu'à 8 et 10 milligrammes. Mais au delà de cette limite l'exactitude ne se maintient plus au même degré. On éprouve des pertes qui s'élèvent de plus en plus à mesure qu'on opère sur un poids plus fort de nitrate.

Ce qui fait le grand avantage de ce procédé, c'est qu'il est très-expéditif et que deux petits ballons forment tout l'appareil.

Lorsqu'on opère avec de l'éponge de platine très-poreuse et nouvellement préparée, on peut transformer des quantités considérables de bioxyde d'azote en ammoniaque ; mais après quatre ou cinq opérations l'éponge perd beaucoup de son efficacité, les dosages accusent des pertes de plus en plus fortes. Au contraire, si, dès l'origine, on se sert de l'éponge de platine pour doser de très-petites quantités de nitrate, le même tube peut servir très-longtemps. Pour le dosage de nitrates dans l'eau de pluie et dans les eaux de rivière, le procédé avec l'éponge de platine est excellent : c'est celui auquel j'ai habituellement recours.

Lorsqu'il s'agit de petites quantités de nitrate, le coke

lavé à l'acide chlorhydrique et calciné en vases clos, le coke platiné d'après les indications de M. Stenhouse, m'ont fourni aussi de bons résultats ; mais je ne m'en suis pas servi assez longtemps pour en conseiller l'emploi de préférence à l'éponge de platine. La braise de boulanger est bien moins efficace que le coke. L'éponge de fer est d'un emploi commode et satisfaisant.

IV. Le procédé que je viens de décrire n'est pas le seul qu'on puisse employer pour doser les nitrates. Si, au lieu de faire réagir le bioxyde d'azote et d'hydrogène sur l'éponge de platine, on fait réagir le bioxyde d'azote et l'hydrogène sulfuré dans un tube rempli de chaux sodée, quelle que soit la quantité de nitrate sur laquelle on opère, le procédé a la même valeur. J'ai pu doser ainsi jusqu'à 100 milligrammes d'azote. Lorsqu'il s'agit de quantités très-faibles de nitrate, je préfère employer l'éponge de platine, parce que le procédé est plus simple. Cependant avec l'hydrogène sulfuré, même lorsqu'on opère sur de très-petites quantités de nitrate, on obtient des résultats excellents.

Voici en effet quelques exemples:

	NITRATE EMPLOYÉ.	AZOTE CONTENU.	AZOTE OBTENU.	DIFFÉRENCES.
	gram.	gram.	gram.	gram.
N° 1. . .	0,251	0,03470	0,03458	— 0,00012
2. . .	0,201	0,02781	0,02797	+ 0,00016
3. . .	0,200	0,02770	0,02848	+ 0,00070
4. . .	0,128	0,01770	0,01747	— 0,00023
5. . .	0,100	0,01384	0,01387	+ 0,00003
		DOSAGES PLUS RÉCENTS.		
N° 6. . .	0,200	0,02770	0,02780	+ 0,00018
7. . .	0,200	0,02770	0,02741	— 0,00029
8. . .	0,800	0,11070	0,11070	0,00000
9. . .	0,040	0,00554	0,00555	+ 0,00001
10. . .	0,020	0,00277	0,00282	+ 0,00005

En ajoutant une matière organique soluble au nitrate. Aux analyses 11 et 12, on a ajouté 0gr,50 d'acide oxalique ; aux analyses 13 et 14, on a ajouté 0gr,50 de sucre blanc.

	NITRATE EMPLOYÉ.	AZOTE CONTENU.	AZOTE OBTENU.	DIFFÉRENCES.
	gram.	gram.	gram.	gram.
N° 11. . .	0,2000	0,02770	0,02763	— 0,00007
12. . .	0,2000	0,02770	0,02790	+ 0,00020
13. . .	0,2000	0,02770	0,02760	— 0,00010
14. . .	0,2000	0,02770	0,02740	— 0,00030

En opérant sur de très-petites quantités de nitrate, par M. Stoessner.

N° 15. . .	0,0100	0,00138	0,00146	+ 0,00008
16. . .	0,0100	0,00138	0,00146	+ 0,00008
17. . .	0,0060	0,00083	0,00100	+ 0,00017 (*)
18. . .	0,0096	0,00136	0,00152	+ 0,00016 (*)

Je rapporterai encore, comme exemple, les quatre résultats suivants : à l'analyse 19, on avait ajouté 2 grammes de sucre; à l'analyse 20, 50 grammes d'une forte infusion de café; à l'analyse 21, 3 grammes de foin desséché, et à l'analyse 22, 0gr,50 de farine.

	gram.	gram.	gram.	gram.
N° 19. . .	0,200	0,0277	0,0279	+ 0,0002
20. . .	0;190	0,0263	0,0268	+ 0,0005
21. . .	0,200	0,0235	0,0237	+ 0,0003
22. . .	0,170	0,0236	0,0235	— 0,0001

Les analyses 20, 21 et 22 ont été faites sur des poids de nitre qui m'étaient inconnus. Les poids étaient pris par

(*) On a titré à dessein ces deux analyses en se plaçant dans des conditions défavorables. La liqueur alcaline était trop concentrée, car 17div,8 = 0gr,005624 d'azote, tandis que pour les analyses antérieures 23div,4 = 0gr,005625 d'azote.

M. Pelouze, et le nitre était mêlé par ce savant aux substances que je viens de rapporter.

Par ce qui précède, on voit que lorsqu'on opère sur des petites quantités de nitre avec l'hydrogène et l'éponge de platine, les erreurs sont comprises entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{5}{10}$ de milligramme d'azote. Elles peuvent s'élever jusqu'à $\frac{6}{10}$ de milligramme lorsqu'on opère avec de l'hydrogène sulfuré. Avec l'hydrogène sulfuré, que le poids du nitre soit fort ou faible, de 100 milligrammes ou seulement de 10 ou de 2, la limite des variations reste la même.

Dans le second procédé que je viens de décrire, avant de faire réagir le bioxyde d'azote et l'hydrogène sulfuré, il faut purger l'appareil de tout l'air qu'il contient. L'hydrogène est très-commode pour cet usage. J'en dégage même pendant tout le cours de l'opération, afin d'éviter les soubresauts causés par l'ébullition du liquide dans le ballon. Du reste, comme dans la réaction du bioxyde d'azote et de l'hydrogène sulfuré sur la chaux sodée il ne se produit que de l'ammoniaque, du sulfure de calcium et du sulfate de chaux, sans aucun autre gaz, le courant d'hydrogène a l'avantage de balayer le tube et de diminuer les chances de perte.

La nécessité d'employer deux gaz différents et de veiller à leur production régulière et continue pourrait faire croire que le procédé est d'une application difficile et laborieuse. Il en serait peut-être ainsi, en effet, si l'on produisait les gaz dans de simples flacons, en ajoutant de temps en temps un peu d'acide pour entretenir le dégagement. Mais, à l'aide d'un nouvel appareil très-simple, qui est une modification de la lampe à hydrogène de Dobereiner, on évite tous ces inconvénients. Lorsque l'appareil est une fois monté, on a sous la main une source de gaz pour un très-grand

nombre de dosages. Le gaz se produit au moment des besoins. Si l'on en consomme beaucoup, il s'en produit beaucoup; si l'on en consomme peu, il s'en produit peu; si l'on n'en consomme point, il ne s'en produit point. Enfin, la production s'opère sous une pression forte ou faible, au gré de l'opérateur. Les robinets d'échappement étant ouverts au point convenable, on n'a plus besoin de s'en occuper; le dégagement continue avec toute la régularité d'un écoulement constant (*).

Lorsqu'on possède tout le petit matériel que ces sortes de dosages exigent, une demi-heure suffit amplement pour faire une opération : cinq minutes pour chasser l'air de l'appareil, dix minutes pour la réaction du nitrate sur le sel de fer, cinq minutes pour balayer le tube par un courant d'hydrogène, et dix minutes pour démonter le tube à boule, en retirer l'acide et en prendre le titre.

V. Enfin, en partant toujours de la réaction du nitrate de potasse sur le protochlorure de fer, on peut encore instituer une méthode différente des deux précédentes pour doser l'azote des nitrates. En effet, on peut réduire le bioxyde d'azote qui se dégage en le faisant passer dans un tube rempli de cuivre métallique; on procède alors comme s'il s'agissait d'un dosage d'azote par le procédé de M. Dumas.

Pour chasser l'air de l'appareil, on emploie l'acide carbonique, dont on maintient un dégagement modéré pendant tout le temps de la réaction. Ce procédé, dont je rapporte un exemple, est susceptible d'une précision satisfaisante; mais il est bien moins commode que les deux autres. Pour chasser l'air qui adhère à la surface du cuivre,

(*) Voyez aux pages 221 et suivantes pour la description de l'appareil.

il faut faire passer pendant très-longtemps un courant d'acide carbonique dans le tube, et malgré cette précaution on est exposé à doser trop haut.

Du reste, non-seulement ce procédé est plus long, moins exact que les deux autres, mais il est encore d'un emploi moins général. En effet, il y a des matières organiques qui se décomposent et produisent un dégagement d'*azote* lorsqu'on les chauffe avec de l'acide nitrique, si cet acide contient des traces d'acide nitreux ou de bioxyde d'azote. L'urée, entre autres, présente cette réaction. Il est évident que la présence d'une matière organique douée de cette propriété troublerait les indications de ce procédé, puisque l'azote qu'elle aurait dégagé se mêlerait à l'azote provenant du nitre. Au contraire, une telle matière serait sans influence sur les deux premiers procédés, parce que l'azote gazeux ne forme pas d'ammoniaque dans les conditions où le bioxyde d'azote, lui, au contraire, se change intégralement en cet alcali.

Voici l'exemple dont je parlais :

NITRATE EMPLOYÉ.	AZOTE CONTENU.	AZOTE OBTENU.	DIFFÉRENCE.
gram.	gram.	gram.	gram.
0,040	0,00554	= 0,00628	+ 0,0007

DESCRIPTION DES APPAREILS ET DES PROCÉDÉS. — DOSAGE DE L'AZOTE DES NITRATES AU MOYEN DE L'HYDROGÈNE ET DE L'ÉPONGE DE PLATINE

L'appareil est très-simple. Il se compose essentiellement de trois parties : 1° un tube à combustion; 2° deux petits ballons; 3° un appareil pour produire l'hydrogène.

Tube à combustion. — Il doit avoir de 60 à 70 centimètres de long. On l'effile par un bout, de manière à ce

qu'il se termine par un orifice de la grosseur d'un tuyau de plume (*fig.* 1). En A on introduit un tampon d'asbeste calciné. Dans toute la partie P on remplit le tube avec de

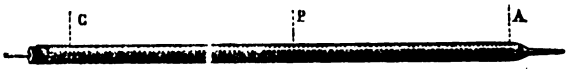


Fig. 1.

l'éponge de platine en fragments gros comme des pois. En C on met de la chaux sodée, et on termine le tube par un nouveau tampon d'asbeste. La couche de chaux sodée est destinée à arrêter l'acide chlorhydrique qui pourrait passer dans le tube et se combiner avec une partie de l'ammoniaque.

Ballons. — Les ballons doivent avoir de 150 à 250 centimètres cubes de capacité. Dans le ballon B (*fig.* 16) on, introduit 100 à 150 grammes d'une dissolution saturée de protochlorure de fer, à laquelle on ajoute 3 à 4 grammes d'acide chlorhydrique concentré. On ajoute à cette dissolution le nitrate.

On munit ce ballon d'un bouchon qui porte deux tubes T et T'. T plonge dans la dissolution de protochlorure de fer; il est destiné à donner accès au courant d'hydrogène. T', recourbé deux fois à angle droit, met le ballon en communication avec le ballon B'. Enfin le tube T'' met le ballon B' en communication avec le tube à combustion. Le ballon B' contient 200 à 300 grammes de mercure destiné à lui servir de lest. Au-dessus du mercure, on met 20 à 30 grammes d'une dissolution concentrée de potasse caustique, pour arrêter l'acide chlorhydrique qui accompagne le bioxyde d'azote. Le ballon B' plonge dans un vase à précipité qui est rempli d'eau froide, pour condenser la

vapeur qui se dégage du ballon B, et l'empêcher de passer dans le tube à combustion.

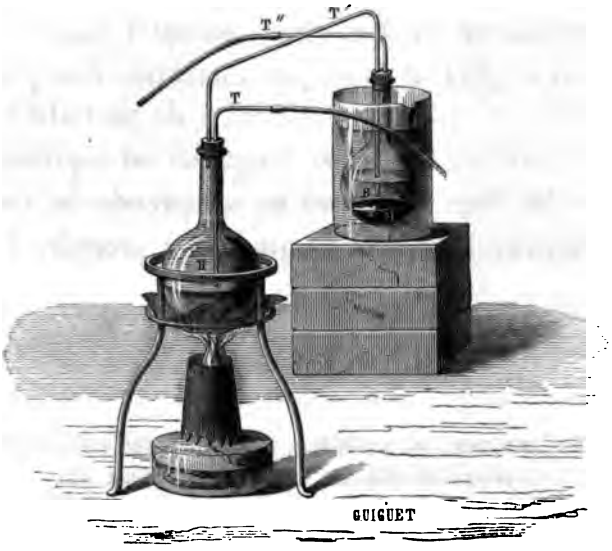


Fig. 16.

Tout étant ainsi préparé, on fait passer dans l'appareil un courant d'hydrogène pour chasser l'air. En même temps, on entoure le tube à combustion de charbons allumés. A l'extrémité du tube à combustion, il se dépose des gouttes d'eau. On favorise leur évaporation en approchant du tube un charbon allumé. Enfin, lorsqu'elles sont dissipées, on adapte au tube à combustion le tube à boules qui contient 10 centimètres cubes d'un acide sulfurique titré. On maintient le dégagement d'hydrogène pendant quatre à cinq minutes encore. Alors on chauffe le ballon B, au moyen d'une lampe à esprit-de-vin. On accélère un peu le courant de l'hydrogène. On maintient l'ébullition du ballon pendant dix minutes, après quoi l'analyse est finie. Il ne

reste plus qu'à reprendre le titre de l'acide qui est dans le tube à boule.

Dès que l'on commence à chauffer le ballon B, la liqueur se colore. Il est très-avantageux d'employer un grand excès de protochlorure de fer. Même lorsqu'il s'agit de dose seulement 0gr,001 d'azote, j'ai l'habitude d'employer au moins 100 grammes de dissolution de protochlorure de fer. Pris dans son ensemble, l'appareil est représenté sur la figure 18. Mais, pour bien en comprendre le jeu, il me reste à décrire l'appareil G, qui sert à produire l'hydrogène.

NOUVEL APPAREIL, DIT GAZOGÈNE, POUR PRODUIRE L'HYDROGÈNE, L'HYDROGÈNE SULFURÉ, L'ACIDE CARBONIQUE, ETC.

Cet appareil n'est qu'une variante de la lampe à gaz de Dobereiner. C'est toujours une cloche qui plonge dans un vase cylindrique de verre. A-t-on besoin de gaz, le liquide acide L (*fig.* 3) vient attaquer le zinc en *z*, et le gaz se dégage en R. N'a-t-on plus besoin de gaz, l'hydrogène qui se produit presse sur le liquide en *z* et le fait refluer entre l'espace E, qui sépare la cloche et le vase cylindrique.

Je dis que mon appareil diffère de la lampe de Dobereiner. En effet, au moyen d'une rondelle de caoutchouc, placée sous la platine de fonte supérieure, on ferme complétement la vase cylindrique extérieur. Il en résulte que si l'on ferme le robinet R′ lorsque le liquide est reflué en E, l'air fait ressort et tend à repousser l'acide sur le zinc lorsque l'on donne issue au gaz par le robinet R. Le résultat de cette disposition, c'est de produire le gaz sous pression.

Veut-on changer le liquide acide qui produit le gaz ? Pour cela il n'est pas nécessaire de démonter l'appareil, il suffit d'ouvrir les deux robinets R et R′, de déboucher le tube T, et d'y adapter un tube de caoutchouc assez long pour fonctionner comme la plus longue branche d'un siphon ; alors on ferme les robinets R, R′, la pression du gaz amorce le siphon ; on ouvre les deux robinets, et toute la liqueur s'écoule.

Fig. 17.

Cet appareil est d'un emploi très-sûr et très-commode.

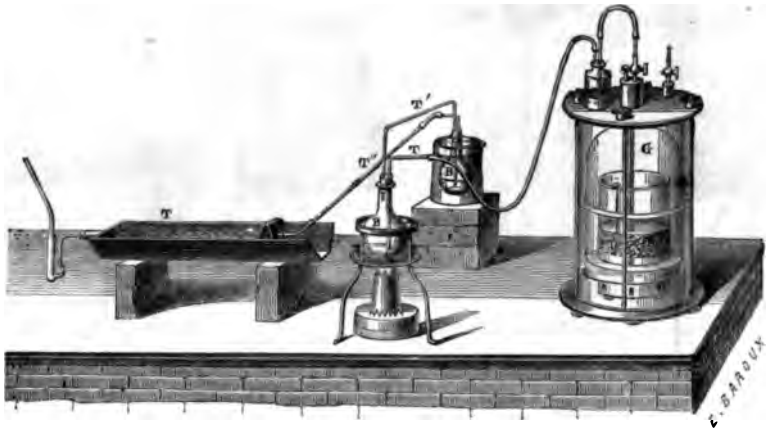


Fig. 18.

Quant à l'ensemble de l'appareil pour doser les nitrates, on peut s'en faire une idée exacte par le dessin qui précède.

DU DOSAGE DE L'AZOTE DES NITRATES AU MOYEN DE L'HYDROGÈNE SULFURÉ ET DE LA CHAUX SODÉE.

L'appareil ne diffère pas essentiellement du précédent, si ce n'est par le tube à combustion (*) qui est rempli de chaux sodée, et par l'appareil additionnel G′ qui sert au dégagement de l'hydrogène sulfuré. Pris dans son ensemble, il est représenté dans le dessin suivant :

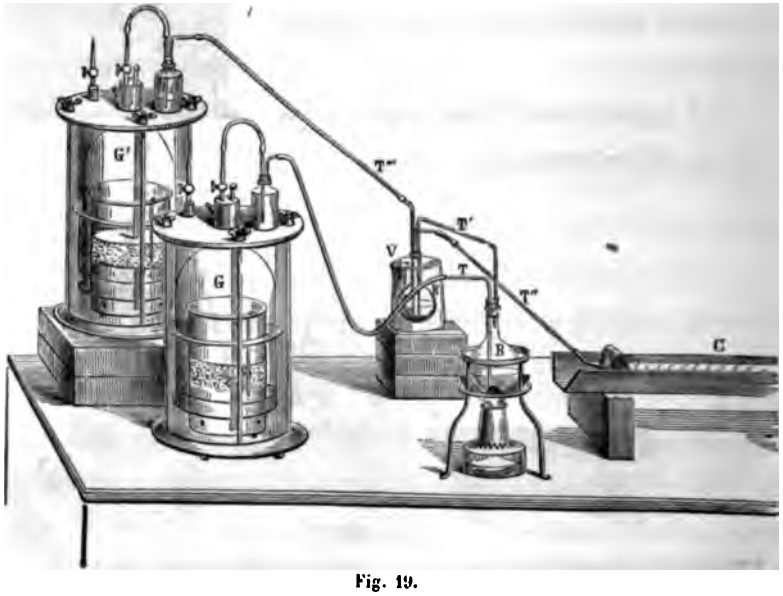


Fig. 19.

T, tube rempli de chaux sodée[1] ;
G, appareil qui produit l'hydrogène ;
G′, appareil qui produit l'hydrogène sulfuré ;
B, B′, les deux ballons ;
Y. vase plein d'eau dans lequel on plonge le ballon B′.

(*) Dans le dessin on représente le tube à combustion entouré de clinquant ; c'est par erreur : il vaut mieux laisser le tube sans enveloppe pour suivre le travail de l'hydrogène sulfuré.

B porte deux tubes T et T′ : T, par où l'hydrogène arrive ; il plonge dans le proto-chlorure de fer ; T′, qui met le ballon B en communication avec B′.

Le ballon B′ (fig. 19), porte trois tubes : T′, qui amène le mélange d'hydrogène et de bioxyde d'azote; T‴, qui amène l'hydrogène sulfuré, et T″, qui met en communication le ballon B′ avec le tube à combustion.

Fig. 20.

Le mode opératoire est à peu près le même qu'avec l'hydrogène et l'éponge de platine.

Tout étant prêt, le proto-chlorure de fer et le nitrate étant introduits dans le ballon B, on entoure le tube à combustion de charbons allumés et on fait passer un courant d'hydrogène dans tout l'appareil. Il sort du tube beaucoup de vapeur d'eau. Lorsque cette production de vapeur a cessé, on adapte au tube à combustion un tube à boules qui contient l'acide titré. On continue le dégagement d'hydrogène, mais on le ralentit. On ne le laisse plus passer que bulle à bulle. On commence à chauffer le ballon B. D'un autre côté, on commence à dégager l'hydrogène sulfuré de manière qu'il y ait 3 à 4 centimètres de chaux sodée attaquée lorsque le liquide commence à bouillir dans le ballon B. A ce moment, on règle le robinet de l'hydrogène sulfuré de manière à ce que les bulles se succèdent assez vite pour former un courant continu et on laisse aller les choses. Il faut toujours faire en sorte qu'il y ait au moins 25 centimètres de chaux sodée intacte en avant du tube à boules lorsque l'analyse est terminée. Après dix minutes d'ébullition, on arrête le dégagement de l'hydrogène sulfuré. On

laisse passer l'hydrogène pendant quatre à cinq minutes encore, et puis tout est fini.

Lorsque l'on possède tout le petit matériel que ces sortes de dosages exigent, il faut moins de temps pour faire une analyse que pour décrire le procédé.

DE QUELQUES PRÉCAUTIONS DE DÉTAIL QU'IL FAUT PRENDRE SUIVANT LA MATIÈRE QUI ACCOMPAGNE LES NITRATES

Si le nitrate est accompagné par une petite quantité de matière organique soluble, comme cela se présente dans une infusion végétale, il n'y a aucune précaution spéciale; les indications générales que j'ai données suffisent. Si la quantité de matière organique est considérable, comme cela se présente dans la mélasse, il faut employer beaucoup de dissolution de proto-chlorure de fer; il faut en porter la quantité à 300 ou 400 grammes. Si la matière organique mousse, il faut employer beaucoup de dissolution de proto-chlorure et ajouter un morceau de beurre dans le ballon B. On sait que les corps gras empêchent l'écume de se former. Le beurre m'a toujours réussi. Si le nitre était associé à 3 ou 4 grammes de matière sèche, insoluble, à de l'herbe par exemple, l'emploi du beurre serait de toute nécessité. Lorsqu'il s'agit de doser le nitre qu'une plante contient, je réduis celle-ci en poudre, j'en prends de 10 à 100 grammes, je l'épuise par l'eau bouillante, je concentre l'infusion, et j'opère comme à l'ordinaire. Pour doser le nitre dans la terre, je procède de la même manière : j'épuise par l'eau bouillante, je concentre la liqueur, et j'opère comme sur une infusion végétale.

PRÉPARATION DE LA DISSOLUTION DE PROTO-CHLORURE DE FER.

On prend une capsule de porcelaine de 4 à 5 litres de capacité ; on y met environ 1 kilogramme de pointes de Paris, et on verse dessus de l'acide chlorhydrique ordinaire jusqu'à ce que le liquide surnage d'environ 4 à 5 centimètres. On met alors la capsule sur le feu. L'action de l'acide se produit bientôt avec une grande énergie. Le liquide monte, on retire la capsule du feu, on attend que l'action se modère; puis on remet sur le feu et on fait bouillir jusqu'à ce que l'on aperçoive une pellicule de cristaux à la surface du liquide. Alors, avec une spatule de porcelaine, on écume la surface du liquide, puis on le décante dans une autre capsule, où il ne tarde pas à se prendre en masse. Les cristaux, redissous dans leur poids d'eau, forment ma dissolution usuelle de proto-chlorure de fer.

Quant au fer qui reste comme résidu de la première opération, on verse encore dessus de l'acide chlorhydrique, et on procède comme la première fois. J'ai l'habitude de mêler le résidu de la seconde attaque avec le fer d'une nouvelle opération.

COMMENT FAUT-IL REPRÉSENTER LA RÉACTION DE L'HYDROGÈNE SULFURÉ SUR LE BIOXYDE D'AZOTE?

Lorsque l'on veut doser l'azote d'un nitrate au moyen de l'hydrogène sulfuré, il faut, avons-nous dit, chasser l'air qui remplit les appareils, au moyen d'un courant d'hydro-

laisse passer l'hydrogène pendant quatre à cinq minutes encore, et puis tout est fini.

Lorsque l'on possède tout le petit matériel que ces sortes de dosages exigent, il faut moins de temps pour faire une analyse que pour décrire le procédé.

DE QUELQUES PRÉCAUTIONS DE DÉTAIL QU'IL FAUT PRENDRE SUIVANT LA MATIÈRE QUI ACCOMPAGNE LES NITRATES

Si le nitrate est accompagné par une petite quantité de matière organique soluble, comme cela se présente dans une infusion végétale, il n'y a aucune précaution spéciale; les indications générales que j'ai données suffisent. Si la quantité de matière organique est considérable, comme cela se présente dans la mélasse, il faut employer beaucoup de dissolution de proto-chlorure de fer; il faut en porter la quantité à 300 ou 400 grammes. Si la matière organique mousse, il faut employer beaucoup de dissolution de proto-chlorure et ajouter un morceau de beurre dans le ballon B. On sait que les corps gras empêchent l'écume de se former. Le beurre m'a toujours réussi. Si le nitre était associé à 3 ou 4 grammes de matière sèche, insoluble, à de l'herbe par exemple, l'emploi du beurre serait de toute nécessité. Lorsqu'il s'agit de doser le nitre qu'une plante contient, je réduis celle-ci en poudre, j'en prends de 10 à 100 grammes, je l'épuise par l'eau bouillante, je concentre l'infusion, et j'opère comme à l'ordinaire. Pour doser le nitre dans la terre, je procède de la même manière : j'épuise par l'eau bouillante, je concentre la liqueur, et j'opère comme sur une infusion végétale.

PRÉPARATION DE LA DISSOLUTION DE PROTO-CHLORURE DE FER.

On prend une capsule de porcelaine de 4 à 5 litres de capacité ; on y met environ 1 kilogramme de pointes de Paris, et on verse dessus de l'acide chlorhydrique ordinaire jusqu'à ce que le liquide surnage d'environ 4 à 5 centimètres. On met alors la capsule sur le feu. L'action de l'acide se produit bientôt avec une grande énergie. Le liquide monte, on retire la capsule du feu, on attend que l'action se modère; puis on remet sur le feu et on fait bouillir jusqu'à ce que l'on aperçoive une pellicule de cristaux à la surface du liquide. Alors, avec une spatule de porcelaine, on écume la surface du liquide, puis on le décante dans une autre capsule, où il ne tarde pas à se prendre en masse. Les cristaux, redissous dans leur poids d'eau, forment ma dissolution usuelle de proto-chlorure de fer.

Quant au fer qui reste comme résidu de la première opération, on verse encore dessus de l'acide chlorhydrique, et on procède comme la première fois. J'ai l'habitude de mêler le résidu de la seconde attaque avec le fer d'une nouvelle opération.

COMMENT FAUT-IL REPRÉSENTER LA RÉACTION DE L'HYDROGÈNE SULFURÉ SUR LE BIOXYDE D'AZOTE?

Lorsque l'on veut doser l'azote d'un nitrate au moyen de l'hydrogène sulfuré, il faut, avons-nous dit, chasser l'air qui remplit les appareils, au moyen d'un courant d'hydro-

gène. A l'origine, j'avais cru que l'hydrogène ne servait pas seulement à balayer le tube, mais qu'il prenait part à la réaction, et, sous l'impression de cette idée, j'avais représenté la réaction par l'équation suivante :

$$\left.\begin{matrix}2SH\\H^2\end{matrix}\right\} + AzO^2 + 2CaO = AzH^3 + SO^3CaO + SCa + H^{2-1}.$$

Dans cette supposition, 2 équivalents d'hydrogène à l'état naissant, fournis par l'hydrogène sulfuré, en se combinant avec 1 équivalent d'azote, auraient formé le groupe AzH^2, et c'est par une action consécutive que celui-ci, en se combinant avec un troisième équivalent d'hydrogène à l'état ordinaire, aurait formé de l'ammoniaque. Si les choses se passaient ainsi, la chimie moléculaire y aurait gagné un fait intéressant. Alors, en effet, on aurait eu l'exemple de deux corps simples (l'hydrogène et l'azote), qui ne peuvent, dans les conditions où l'expérience précédente s'accomplit, se combiner qu'à la condition expresse d'être tous les deux à l'état naissant, tandis que le groupe AzH^2 pourrait se combiner avec un troisième équivalent d'hydrogène pour former de l'ammoniaque, sans exiger que ce troisième équivalent d'hydrogène fût lui-même à l'état naissant. Ceci reviendrait à dire, d'une manière plus générale, que l'hydrogène et l'azote pourraient former une première combinaison (AzH^2) dont l'affinité pour l'un de ses constituants (H) serait supérieure à celle de son propre radical (Az) pour le même gaz (H).

Afin de m'éclairer sur ce point, j'ai repris l'expérience en remplaçant le courant d'hydrogène par un courant d'azote. Dans ces nouvelles conditions, la réaction a conservé toute sa netteté. Tout le bioxyde d'azote s'est con-

verti en ammoniaque, et par là j'ai acquis la certitude que l'équation suivante exprimait la réaction :

$$3HS + AzO^2 + 2CaO = AzH^3 + SO^3CaO + S^2Ca,$$

ou

$$SCa + S,$$

et que l'autre interprétation était mal fondée. C'est aux doutes que ma première manière de voir avait fait naître dans l'esprit de M. Chevreul et à l'insistance bienveillante de cet illustre savant, que je dois d'avoir rectifié mon opinion à cet égard.

L'AIR EST-IL UN MÉLANGE OU UNE COMBINAISON ?

La composition à peu près constante de l'air a fait croire pendant longtemps à quelques chimistes que l'air était une véritable combinaison. Aujourd'hui cette opinion est à peu près abandonnée. Elle est, en effet, en opposition avec la loi dite des volumes, qui règle la combinaison des corps à l'état gazeux, et d'après laquelle il existe un rapport simple entre les volumes des gaz qui se combinent. Or, entre l'oxygène et l'azote de l'air, on ne retrouve pas cette simplicité de rapports, puisque l'un y entre pour $\frac{1}{5}$ et l'autre pour $\frac{4}{5}$ de son volume.

Un autre argument en faveur de l'opinion que l'air est un simple mélange, nous est fourni par la composition de l'air qui est dissous dans l'eau. Cet air présente, en effet, la composition théorique que lui assignent les coefficients de solubilité de l'oxygène et de l'azote.

A toutes ces raisons on pourra désormais ajouter une preuve plus directe. Le protoxyde d'azote, le bioxyde

d'azote, mêlés à de l'hydrogène sulfuré, se changent en ammoniaque, lorsqu'on les fait réagir sur la chaux sodée; n'est-il pas évident que si l'air était une combinaison, un mélange d'air et d'hydrogène sulfuré, traité de la même manière, devrait produire aussi de l'ammoniaque? J'en ai fait bien souvent l'expérience. Elle m'a toujours donné des résultats négatifs. J'avoue que, dans toutes ces tentatives, je me préoccupais bien moins de la composition de l'air que de trouver un moyen nouveau pour produire l'ammoniaque au moyen de l'azote atmosphérique.

Ainsi, pour nous résumer et pour conclure, il résulte de ce qui précède :

Qu'on peut fonder sur la transformation du bioxyde d'azote en ammoniaque une méthode nouvelle d'une grande exactitude pour doser les nitrates, en présence des matières organiques.

SIXIÈME PARTIE

INFLUENCE DES NITRATES SUR LA VÉGÉTATION

§ I.

1. J'ai prouvé depuis longtemps que certaines plantes cultivées dans le sable calciné, pur de toute matière azotée, se développent en fixant l'azote de l'air, et j'ai annoncé dès l'origine que d'autres plantes se refusent à végéter dans ces conditions anormales (*).

Aujourd'hui je ferai connaître d'autres expériences sur une plante de ce genre qui a été cultivée dans le sable calciné avec le secours du nitre. On va voir comment ces nouvelles expériences confirment les premières.

2. Sous l'influence des nitrates, et du nitrate de potasse en particulier, les plantes prospèrent dans le sable calciné

(*) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome XLI, page 757. Rapport fait à l'Académie des sciences au nom d'une Commission composée de MM. Dumas, Regnault, Payen, Decaisne, Peligot, Chevreul rapporteur. Ce rapport conclut ainsi :

« L'expérience faite au Muséum d'histoire naturelle par M. Ville est conforme aux conclusions qu'il avait tirées de ses travaux antérieurs. »

comme dans la bonne terre. Dès les premiers jours qui suivent la germination, les feuilles présentent une nuance d'un beau vert, et la végétation continue avec une activité remarquable ; mais à mesure que l'expérience se prolonge, le nitrate qu'on a mis dans le sol diminue. Au moyen des procédés que j'ai fait connaître pour doser ces sels, on peut saisir le moment précis où il a complétement disparu. Si on arrête l'expérience à la fin de cette première période, la substance des plantes, épuisée par l'eau bouillante, n'offre pas le moindre indice de nitre ; la quantité d'azote que l'analyse accuse, au contraire, est sensiblement égale à celle que le nitre et les graines contenaient au début de l'expérience. Ainsi les plantes ont absorbé tout le nitre que le sol avait reçu, et ce sel, changeant d'état, a servi à la formation même des plantes et à la production de leurs principes immédiats azotés. Mais jusque-là les plantes n'ont pas emprunté d'azote à l'atmosphère.

3. Je rapporte à l'appui de ce premier résultat les expériences suivantes, et je rappelle, une fois pour toutes, que la végétation avait lieu dans le sable calciné additionné de tous les minéraux qu'elle réclame.

A. Le 22 juillet 1855, on a semé huit graines de colza d'hiver dans 1 kilogramme de sable calciné, auquel on avait ajouté $0^{gr},50$ de nitre. On a fait la récolte le 6 septembre.

Semence desséchée à 100 degrés. . . .	$0^{gr},027$	
Azote du nitre et de la semence.		$0^{gr},070$
Récolte desséchée à 100 degrés.	$5^{gr},450$	
Azote de la récolte.		$0^{gr},070$

La récolte égale 203 fois la semence.

B. Préparée et conduite comme la précédente, commencée et finie le même jour.

Semence desséchée à 100 degrés. . . .	0gr,027	
Azote du nitre et de la semence.		0gr,070
Récolte desséchée à 100 degrés.	5gr,14	
Azote de la récolte.		0gr,066

La récolte égale 191 fois la semence.

C. Préparée et conduite comme les deux précédentes, commencée le 2 avril 1856 et finie le 12 juin.

Semence desséchée à 100 degrés. . . .	0gr,027	
Azote du nitre et de la semence.		0gr,070
Récolte desséchée à 100 degrés.	5gr,02	
Azote de la récolte.		0gr,068

La récolte égale 200 fois la semence.

D. Le 19 janvier 1856, on a semé vingt grains de blé poulard dans 1 kilogramme de sable calciné, auquel on avait ajouté 1gr,765 de nitre, soit 0gr,244 d'azote. On a fait la récolte le 12 juin.

Semence sèche.		1gr,26	
Azote de la semence	0gr,021		0gr,226
Azote du nitre.	0gr,244		
Récolte sèche.		26gr,87	
Azote de la récolte.	0gr,217		0gr,261
Restant dans le sol.	0gr,044		

4. J'ai tiré des expériences qui précédent la conclusion que les plantes absorbent et assimilent l'azote du nitre. A cette conclusion j'en ajouterai maintenant deux autres.

La première, c'est que dans un sol formé de sable calciné et de cendres végétales, il ne se produit pas spontanément de nitre aux dépens de l'azote et de l'oxygène atmosphérique.

La seconde, c'est que les pots, le sable, la brique et

l'eau employés ne contenaient pas la moindre trace de combinaisons azotées.

5. La conclusion qu'il ne se forme pas de nitre est très-importante dans la question qui nous occupe. Depuis dix-huit mois j'ai varié les expériences à l'infini, et jamais je n'ai pu constater la formation d'un nitrate, non-seulement lorsque j'opérais dans un mélange de sable pur et de cendres végétales, mais encore lorsque j'avais ajouté à ce mélange une matière de nature azotée. C'est en vain que j'ai essayé sous ce rapport la graine de lupin et la gélatine. Le résultat a été invariablement négatif. De son côté, M. Reiset est arrivé à la même conclusion dans un travail remarquable sur la nature des produits qui se forment pendant la décomposition des matières organiques.

6. Ainsi, absorption des nitrates, assimilation de l'azote de ces sels, absence de toute nitrification spontanée, tels sont les résultats qui se déduisent des recherches qui précèdent.

§ II.

1. Au lieu d'ajouter 0gr,50 de nitre au sable employé comme sol, supposons qu'on ait porté la quantité de ce sel à 1 gramme. Cette fois les choses se passent tout autrement que dans le premier cas; la végétation est plus active, les plantes (toujours huit colzas) acquièrent plus de développement, et il vient un moment où la récolte contient beaucoup plus d'azote que le nitre et la semence réunis.

Ainsi voilà deux pots préparés de la même manière, avec le même sable, amendés avec la même cendre, arrosés avec la même eau, et placés dans le même lieu; dans

celui qui a reçu 0gr,50 de nitre, la récolte contient tout l'azote du nitre, mais elle n'en contient jamais un excès. Sa végétation s'arrête après l'absorption totale du nitre. Dans le pot qui a reçu 1 gramme de nitre, la végétation progresse toujours, et, après deux mois et demi de culture, la récolte commence à contenir plus d'azote que les graines et le nitre employés.

D'où vient cet excès d'azote, et pourquoi cette différence?

L'excès d'azote vient de l'atmosphère, et la différence est due à ce que les plantes ne commencent à s'assimiler l'azote de l'air qu'à partir d'une certaine période. Avec 0gr,50 de nitre, le résultat est négatif, il n'y a pas absorption d'azote, parce que les plantes n'ont pas atteint cette période. Avec 1 gramme de nitre, le sens du résultat change, il y a absorption d'azote, parce qu'elles l'ont dépassée.

2. Les faits que je signale là ne sont pas des faits isolés qu'on doive accueillir à titre d'exceptions; ils sont, au contraire, du même ordre que ceux que nous offrent certaines graines qui ne produisent dans le sable calciné que des rudiments de plantes, tandis que d'autres graines, semées dans les mêmes conditions, produisent des plantes complètes.

C'est en vain qu'on voudrait constater une absorption d'azote en semant des graines de colza ou de tabac dans le sable calciné : le résultat est invariablement négatif. Jamais l'azote de la plante ne va au delà de l'azote de la graine; avec le blé, au contraire, la végétation suit son cours, et la récolte accuse toujours un excédant d'azote.

Dans ce cas particulier, la différence vient de ce que, ni les graines de colza, ni les graines de tabac ne suffisent à

la formation des premières feuilles, tandis que les grains de blé y pourvoient. Comment des plantes qui n'ont que des feuilles rudimentaires pourraient-elles vivre et prospérer aux dépens de l'air seul?

3. Ceci nous explique encore pourquoi les choses se passent tout autrement, suivant qu'on sème dans le sable calciné une graine de tabac, ou suivant qu'on repique dans le même sable un pied de tabac, venu dans la bonne terre. Lorsqu'on procède par semis, on n'obtient rien : à peine un vestige appréciable de plante. Lorsqu'on a recours à un pied venu dans la bonne terre, après un temps d'arrêt de quelques jours, employé par la plante à former de nouvelles racines, la végétation reprend son cours un moment suspendu, et, après deux ou trois mois de culture, le pied de tabac pèse de dix à deux cents fois plus qu'au début de l'expérience, et il accuse une absorption d'azote de $0^{gr},040$ à $0^{gr},150$.

Ici encore les résultats diffèrent parce que le pied de tabac qu'on transplante est pourvu de feuilles et qu'il peut vivre et prospérer aux dépens de l'air seul, tandis que la graine de tabac, qui pèse à peine 1 milligramme ou deux, ne peut pourvoir à la formation des premières feuilles.

4. Tous ces effets sont du même ordre et se rangent sous la même loi. Ils dépendent entièrement de la quantité de matière nutritive dont la plante est pourvue pendant la germination. Peu importe que cette matière vienne de la graine ou du sol. Si la quantité de cette matière suffit à la formation des premières feuilles, la plante prospère, et la récolte accuse l'absorption d'une certaine quantité d'azote. Dans le cas contraire, si les premières feuilles ne peuvent se former, la végétation n'est qu'une végétation incomplète

et rudimentaire. Comment pourrait-il en être autrement?

Voilà donc finalement pourquoi le sens du résultat change suivant la nature des graines sur lesquelles on opère, ou suivant la quantité de nitre qu'on ajoute au sable, lorsque les graines ne peuvent à elles seules conduire les plantes au delà de la période d'incubation.

Pour obtenir dans le sable calciné une végétation complète, il faut avant toute chose que la plante puisse dépasser la période embryonnaire. Peu importe qu'elle en trouve les moyens dans la graine ou dans un engrais. Et voilà finalement pourquoi, je le répète encore, avec une même graine qui est insuffisante pour conduire la jeune plante au delà de la période embryonnaire, le sens du résultat change, suivant la quantité de nitre qu'on ajoute au sable.

Lorsqu'on a fait plusieurs fois l'expérience des colzas cultivés avec 1 gramme de nitre, l'aspect seul des plantes décèle le moment où l'absorption de l'azote de l'air commence. Tant que le sol contient du nitre, les feuilles sont d'un beau vert foncé. Lorsque le nitre commence à manquer, la nuance des feuilles devient plus tendre. Les feuilles inférieures jaunissent, puis elles se détachent de la plante mère; car c'est un caractère propre aux végétations venues dans le sable calciné, que les feuilles les plus anciennes se dessèchent et meurent à mesure qu'il s'en forme de nouvelles.

5. Ainsi, de ce qui précède il résulte qu'on peut, au moyen du nitre, produire à volonté ou ne pas produire une absorption d'azote; j'ajoute que, lorsque cette absorption a lieu, *elle provient de l'azote gazeux de l'atmosphère.* Du reste, afin d'éviter toute espèce d'équivoques, je préciserai par quelques chiffres les conclusions qui précèdent :

je reprendrai ensuite la discussion des expériences auxquelles je les emprunte.

E. Le 18 juillet 1855, on a semé dix graines de colza dans 1 kilogramme de sable calciné, auquel on ajoute 1 gramme de nitre. On a fait la récolte le 11 septembre.

Semence desséchée à 100 degrés. . . .	0gr,031	
Azote du nitre et de la semence. . . .		0gr,140
Récolte desséchée à 100 degrés.	7gr,75	
Azote de la récolte.		0gr,197
Azote tiré de l'air. . . 0gr,057.		

F. Préparée et conduite comme la précédente; finie le 4 octobre. Dès le début, la végétation a prospéré plus que dans les autres pots.

Semence desséchée à 100 degrés. . . .	0gr,031	
Azote du nitre et de la semence.		0gr,140
Récolte desséchée à 100 degrés.	15gr,30	
Azote de la récolte.		0gr,374
Azote tiré de l'air. . . 0gr,234.		

La récolte égale 493 fois la semence.

G. Préparée et conduite comme les deux précédentes. Semé le 7 janvier 1856, récolté le 2 mai.

Semence desséchée à 100 degrés. . . .	0gr,031	
Azote du nitre et de la semence.		0gr,140
Récolte desséchée à 100 degrés.	10gr,77	
Azote de la récolte.		0gr,216
Azote tiré de l'air. . . 0gr,076.		

La récolte égale 347 fois la semence.

A deux reprises différentes (le 21 février et le 20 mars), le voisinage d'une bouche de chaleur a desséché une partie des feuilles.

H. Préparée et conduite comme la précédente. Commencée le 2 avril et finie le 4 août.

Semence desséchée à 100°.	0gr,031	
Azote du nitre et de la semence.		0gr,140
Récolte desséchée à 100°.	22gr,23	
Azote de la récolte.		0gr,250
Azote tiré de l'air. . . 0gr,110.		

La récolte égale 717 fois la semence.

6. Ainsi, avec 1 gramme de nitre, la récolte peut s'élever jusqu'à 717 fois le poids de la semence, et la quantité d'azote absorbé peut aller jusqu'à 0gr,234, c'est-à-dire qu'ayant ajouté au sol 0gr,140 d'azote, j'en ai retiré une fois 0gr,190, une autre fois 0gr,216, puis 0gr,250, et une dernière fois 0gr,374.

J'ai dit et je répète que l'excédant d'azote accusé par les récoltes vient de l'azote de l'air. A cette conclusion on peut faire, il est vrai, deux objections principales.

On peut attribuer l'excès d'azote à une nitrification spontanée : mais je ferai remarquer que nous n'avons jamais réussi, ni M. Reiset ni moi, à constater dans ces conditions une formation appréciable de nitre. Je demanderai d'ailleurs pourquoi il ne se formerait pas de nitre dans les pots qui en auraient reçu 0gr,50, et pourquoi il s'en formerait dans ceux qui en auraient reçu 1 gramme.

M'objectera-t-on que l'excédant d'azote vient de l'ammoniaque de l'air? Mais cette fois encore je demande pour-

quoi l'influence de l'ammoniaque ne se manifesterait que sur les pots ayant reçu 1 gramme de nitre, et pourquoi les pots n'en ayant reçu que $0^{gr},50$ y seraient réfractaires.

En face de ces témoignages, reconnaissons que ces objections n'ont aucun fondement, et concluons que l'excédant d'azote de la récolte vient de l'azote de l'atmosphère.

7. Les expériences qui précèdent ont donc pour résultat de marquer, mieux que ne l'avaient fait mes recherches antérieures, le moment précis où l'absorption de l'azote de l'air commence. Elles nous apprennent de plus que les traces d'ammoniaque que l'air contient n'ont pas une influence appréciable sur la végétation. Ce résultat est important, car à l'avenir on pourra opérer à l'air libre pour étudier le rôle de l'azote, sans avoir recours aux appareils qu'on a dû employer à l'origine, lorsqu'on ne savait rien de précis ni sur la quantité d'ammoniaque que l'air contient, ni sur le véritable rôle qu'on devait lui attribuer.

8. L'emploi des nitrates a un autre avantage, c'est de rendre les expériences plus faciles, les résultats plus concordants, que lorsqu'on opère dans le sable seul, parce qu'alors on s'éloigne moins des conditions naturelles. Comme plante qu'on peut employer avec le plus d'avantage, je recommanderai de préférence le colza pour les cultures d'automne, et le blé de mars pour les cultures de printemps.

On connaît les résultats que j'ai obtenus avec le colza; il me reste à présenter ceux que le blé m'a fournis.

I. Le 10 mars 1856, on a semé vingt grains de blé de mars dans 1 kilogramme de sable calciné, sans addition d'aucune matière azotée; on a fait la récolte le 28 août.

Voici le rendement :

I.	gr.		AZOTE.
Paille.	4,18	6gr,25	0gr,032
Racines.	2,08		
37 grains.	1,38		0gr,021
	7,64		0gr,053

Azote de la semence.	0gr,016
Azote tiré de l'air.	0gr,037

II.	gr.		AZOTE.
Paille.	4,69	6gr,75	0gr,033
Racines.	3,06		
49 grains.	1,88		0gr,028
	8,63		0gr,061

Azote tiré de l'air.	0gr,045

J. Vingt grains du même blé, cultivés dans les mêmes conditions, le sable ayant reçu 0gr,792 de nitrate de potasse, soit 0gr,110 azote, ont produit :

I.	gr.		AZOTE.
Paille.	13,70	20gr,70	0gr,122
Racines.	7,00		
144 grains.	6,20		0gr,096
	26,90		0gr,218

Azote de la semence et du nitre.	0gr,126
Azote tiré de l'air.	0gr,092

II.	gr.		AZOTE.
Paille.	12,72	19gr,22	0gr,110
Racines.	6,50		
154 grains.	7,30		0gr,114
	26,52		0gr,224

Azote de la semence et du nitre.	0gr,126
Azote tiré de l'air.	0gr,098

A propos de ces quatre résultats, je reprends les objections que j'ai présentées il y a un moment. Veut-on attribuer l'excédant d'azote à une nitrification spontanée, à une substance azotée contenue dans le sable, à de l'ammoniaque contenue dans l'eau distillée? Alors je demande pourquoi l'excédant d'azote est plus fort dans les pots cultivés au nitre que dans les pots au sable calciné pur. Veut-on que l'excédant d'azote vienne de l'ammoniaque de l'air? Je demande encore pourquoi l'ammoniaque, qui a agi sur le blé, n'a pas agi sur les colzas cultivés avec 0gr,50 de nitre. Je le répète, aucune de ces objections n'est fondée, e l'azote gazeux de l'air peut seul rendre compte de l'excédant d'azote accusé par les récoltes.

9. Par tout ce qui précède, on voit qu'il n'est pas indifférent d'employer une quantité quelconque de nitre. J'ai adopté le chiffre 0gr,792 pour le blé de mars, parce qu'une expérience antérieure m'avait appris la quantité maximum d'azote que vingt pieds de blé peuvent absorber dans les conditions où je devrais opérer, et que je savais par d'autres expériences, que l'absorption de l'azote de l'air ne commence qu'après l'entier épuisement du nitre.

Règle générale. Lorsqu'un végétal trouve dans sa sphère d'activité plusieurs produits capables de se suppléer les uns les autres, l'absorption porte d'abord sur les plus assimilables et ne s'étend aux autres qu'après l'épuisement des premiers. Il résulte de cette prééminence fonctionnelle en faveur des produits les plus assimilables, qu'un végétal qui trouverait dans le sol un excès de nitre, n'emprunterait pas d'azote à l'air. C'est pour avoir méconnu cette circonstance, que M. Boussingault n'a jamais constaté d'excédant d'azote; les doses de nitre qu'il employait étaient trop fortes, il en restait toujours un excès dans le sable des pots. Or, je

le répète, dans ces conditions l'azote de l'air ne pouvait pas intervenir : l'azote gazeux étant moins assimilable que l'azote du nitre. Pour que l'azote de l'air intervienne, il faut éviter deux écueils et remplir deux conditions : — il faut que le développement de la plante atteigne une certaine limite; — si elle ne peut y parvenir avec les seules ressources que l'embryon trouve dans la graine, une addition ménagée de nitre permet de l'y conduire.

Si on ne remplit pas cette condition, le résultat est négatif, les plantes n'empruntent pas d'azote à l'air; on tombe, dans ce cas, dans des récoltes minuscules et embryonnaires que M. Boussingault n'a pas réussi à dépasser. Tombe-t-on dans l'excès contraire, emploie-t-on une dose trop forte de nitre : alors les plantes trouvent dans le sol assez d'azote pour atteindre leur entier développement sans recourir à celui de l'air. Je le répète, il y a là deux termes extrêmes entre lesquels il faut savoir se tenir.

Les animaux nous offrent des faits du même ordre. Lorsqu'un animal est mis au régime de l'engraissement, si sa ration contient des corps gras, il les extrait et se les assimile; mais si sa ration en est dépourvue, il en forme de toute pièces avec la fécule ou ses congénères. Lorsqu'un certain acte physiologique peut être accompli par deux efforts inégaux, tenez pour certain que c'est celui qui exige la plus faible dépense de force vive qui prévaudra. L'économie dans le choix des moyens est aussi bien une loi de l'ordre naturel que de l'ordre social.

Voici quelques expériences propres à justifier les considérations qui précèdent.

K. Le 19 janvier 1856 on a semé 20 grains de blé poulard dans 1 kilogramme de sable calciné, auquel on avait ajouté $1^{gr},765$ de nitre, soit $0^{gr},244$ d'azote. On a fait la

récolte le 25 juin au moment de la floraison. Elle a produit :

	gr.	AZOTE. gr.	
Paille et racines.	26,87	0,217	0gr,261
Sable employé comme sol.	1005,00	0,044	
Azote de la semence et du nitre.			0gr,265
Azote tiré de l'air.			0gr.000

A la date du 25 juin, la récolte n'avait encore rien emprunté à l'air.

L. La même expérience, continuée jusqu'au 13 août, a produit :

	gr.		AZOTE.
Paille.	27,73	38gr,12	0gr,285
Racines.	14,38		
119 grains.	3,45		0gr,065
	41,56		0gr,350
Azote de la semence et du nitre			0gr,265
Azote tiré de l'air.			0gr,090

Si l'on tient compte de l'azote restant dans le sol, le résultat devient :

Azote de la récolte.	0gr,350
Azote restant dans le sol.	0gr,047
	0gr,397
Azote tiré de l'air.	0gr,132

M. Je rapporterai encore les résultats d'une expérience faite en 1855 sur le blé poulard.

Le 20 mars 1855, on a semé vingt grains de blé poulard dans 1 kilogramme de sable, auquel on a ajouté 1gr,72 de nitre, soit 0gr,238 d'azote. On a fait la récolte le 19 septembre.

		AZOTE.
Paille et racines.	36gr,04	0gr,266
84 grains.	1gr,33	0gr,042
	37gr,37	0gr,308
Azote de la semence et du nitre.		0gr,259
Azote tiré de l'air.		0gr,049

Si l'on tient compte de l'azote qui restait dans le sol, le résultat devient :

Azote de la récolte.	0gr,308
Azote restant dans le sable.	0gr,039
	0gr,347
Azote de la semence et du nitre.	0gr,259
Azote tiré de l'air.	0gr,088

§ II

1. L'absorption des nitrates par les plantes soulève quelques questions d'un grand intérêt. A quel état l'azote du nitre est-il absorbé? L'absorption est-elle pure et simple? Est-elle précédée par un changement d'état? En ce moment on semble contester l'absorption directe; on incline vers l'opinion que le nitre se change en ammoniaque, et on attribue à ce changement l'efficacité du nitre comme engrais. Mais si ce changement avait lieu, à égalité d'azote, le sel ammoniac devrait produire plus d'effet que le nitre. Or, c'est précisément le contraire. Sur le colza la différence va presque du simple au double, et elle se manifeste dès le début de l'expérience. Sur le blé, elle est moindre, quoique considérable encore. Du reste, forte ou faible, du moment que le nitre agit plus que les sels ammoniacaux, il est bien évident que le changement supposé n'a pas lieu.

Quelques chiffres nous permettront de mieux préciser encore les différences que je signale.

N. Le 22 juillet, on a semé huit graines de colza dans 1 kilogramme de sable, auquel on avait ajouté 0gr,50 de nitre dans un cas, et 0gr,264 de sel ammoniac dans l'autre. On a fait la récolte le 6 septembre.

CULTURE AU NITRE.		CULTURE AU SEL AMMONIAC.	
Récolte sèche. . . .	5gr,450	Récolte sèche. . . .	3gr,200
Azote.	0gr,070	Azote.	0gr,043

O. Préparée et conduite comme la précédente, commencée et finie le même jour.

CULTURE AU NITRE.		CULTURE AU SEL AMMONIAC.	
Récolte sèche. . . .	5gr,140	Récolte sèche. . . .	3gr,290
Azote.	0gr,066	Azote.	0gr,045

P. Commencée le 19 juillet, finie le 14 octobre, on a ajouté 1 gramme de nitre dans un pot et 0gr50 de sel ammoniac dans l'autre.

CULTURE AU NITRE.		CULTURE AU SEL AMMONIAC.	
Récolte sèche. . . .	15gr,20	Récolte sèche. . . .	6gr,80
Azote.	0gr,374	Azote.	0gr,106

J'ai fait sur le blé une série d'expériences que j'ai étendues à trois sels ammoniacaux. En voici les résultats.

Q. Vingt grains de blé de mars cultivés avec 0gr,772 de nitrate de potasse, soit 0gr,110 d'azote, ont produit :

	I.		AZOTE.
	gr.		
Paille.	13,70	20gr,70	0gr,122
Racines.	7,00		
144 grains.	6,20		0gr,096
	26,90		0gr,218

	II.		AZOTE.
	gr.		
Paille.	12,72	19gr,22	0gr,110
Racines.	6,50		
154 grains.	7,30		0gr,114
	26,52		0gr,224

R. Vingt grains du même blé cultivés avec 0gr,419 de sel ammoniac.

	I.		AZOTE.
	gr.		
Paille.	11,432	15gr,39	0gr,083
Racines.	3,967		
111 grains. . . .	4,935		0gr,078
	20,334		0gr,161

	II.		AZOTE
	gr.		
Paille.	9,425	13gr,79	0gr,070
Racines.	4,370		
80 grains.	3,542		0gr,054
	17,337		0gr,124

S. Vingt grains du même blé avec 0gr,314 de nitrate d'ammoniaque, soit 0gr,110 d'azote.

	I.		AZOTE.
	gr.		
Paille.	8,86	12gr,20	0gr,057
Racines.	3,34		
85 grains.	3,72		0gr,061
	15,92		0gr,118

	II.		AZOTE.
	gr.		
Paille.	10,62	14gr,56	0gr,061
Racines.	3,94		
126 grains.	5,86		0gr,088
	20,42		0gr,149

T. Vingt grains du même blé, cultivés avec 0gr,850 de phosphate d'ammoniaque.

	I.		AZOTE.
	gr.		
Paille.	9,18	12gr,96	0gr,065
Racines.	3,78		
Grains.	3,77		0gr,051
	16,73		0gr,116

	II.		AZOTE.
	gr.		
Paille.	10,78	15gr,82	0gr,082
Racines.	5,04		
100 grains.	4,34		0gr,068
	20,16		0gr,150

MATIÈRES EMPLOYÉES COMME ENGRAIS.		PAILLE ET RACINES.	GRAINES.	MOYENNES DES RÉCOLTES.	AZOTE DE CHAQUE RÉCOLTE.	AZOTE MOYEN DES RÉCOLTES.
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Nitre.	I.	20,70	6,20	20,71	0,218	0,221
	II.	19,22	7,30		0,224	
Sel ammoniac.	I.	15,10	4,93	18,85	0,161	0,142
	II.	17,54	5,54		0,124	
Nitre et ammoniac.	I.	12,20	5,72	18,52	0,118	0,133
	II.	14,87	5,86		0,149	
Phosphate d'ammoniaque.	I.	12,96	5,77	18,40	0,116	0,133
	II.	15,82	4,54		0,150	

2. Ainsi sur ce point le doute n'est pas possible. Le nitre ne se change pas en ammoniaque, il est absorbé à l'état de nitre.

Reste la question de savoir si l'azote et l'oxygène sont fixés en même temps, ou si la fixation de l'azote est accompagnée par un dégagement d'oxygène, comme cela a lieu

pour l'acide carbonique. En ce moment mes expériences ne me permettent pas de répondre cette à question. Je me borne donc à la poser.

L'idée que les végétaux sont des appareils de réduction et que toute assimilation de leur part est le produit d'une action réductive, est une de ces généralisations anticipées qu'une étude attentive des phénomènes ne confirme presque jamais. Pour l'azote en particulier, cette opinion se trouve en opposition avec les faits les plus avérés. En effet, l'azote peut être absorbé sous trois formes différentes : à l'état d'azote gazeux, à l'état d'ammoniaque et à l'état de nitrate. Il est bien difficile d'admettre que la fixation de l'azote se fait dans ces trois cas de la même manière. On peut concevoir, il est vrai, la possibilité d'une action réductive lorsqu'il s'agit du nitre; mais comment la concevrait-on lorsque l'azote vient de l'ammoniaque, celle-ci n'admettant pas l'oxygène au nombre de ses constituants? Une étude attentive de toutes les conditions dans lesquelles se produit l'assimilation de l'azote, tend donc à démontrer que le même élément peut se fixer dans les végétaux avec une égale facilité par le jeu de réactions différentes, et que la nutrition végétale ne repose pas exclusivement sur des effets de réduction, comme on l'avait supposé en se fondant exclusivement sur ceux qui déterminent l'assimilation du carbone aux dépens de l'acide carbonique de l'air.

Mais je m'aperçois que je m'éloigne du sujet principal de ce Mémoire. J'y reviens donc, et pour conclure, je me résume dans les propositions suivantes :

1° Au moyen du nitre on peut prouver, sans le secours d'aucun appareil, que les plantes absorbent et s'assimilent l'azote gazeux de l'atmosphère ;

2° Le nitre agit par son azote. Il est absorbé à l'état de nitre;

3° A égalité d'azote, le nitre agit plus que les sels ammoniacaux (*).

AVEC LA MÊME QUANTITÉ D'AZOTE DANS LES DEUX CAS.
(0gr,110)

SEL AMMONIAC. NITRATE DE POTASSE.

Comme surcroît de preuve, je crois devoir placer sous les yeux du lecteur un dessin d'après nature, dû à la photographie. C'est le fait s'affirmant en quelque sorte lui-même.

Afin de mettre mieux en relief les résultats qui précèdent,

(*) Dès 1844, M. Kuhlmann avait constaté le même fait sur une prairie naturelle.

1844.	ENGRAIS EMPLOYÉ SUR UN HECTARE.	RÉCOLTE OBTENUE.	EXCÉDANT DE LA RÉCOLTE.
	kil.	kil.	kil.
Terre non fumée	»	3820	»
Terre fumée avec du sulfate d'ammon.	250	3920	1744
Nitrate de soude	250	5590	1870

je vais les reprendre en sous-œuvre, les présenter dans un ordre plus simple et déduire de nouveau les conséquences qui en découlent dans une forme plus concise sinon mieux enchaînée. Commençons d'abord par énoncer les faits, en dehors de toute idée théorique préconçue.

« I. En 1852, 30 grains de blé de mars, cultivés dans un sol privé de matières azotées, et dans l'intérieur d'une cage vitrée dont on renouvelait l'air chaque jour au moyen d'un aspirateur, ont produit (*) :

		AZOTE.
	gr.	gr.
Paille et racines.	12,92	0,043
47 grains.	1,15	0,022
	14,07	0,065

« Azote de la semence, 0gr,029. Azote tiré de l'air, 0gr,036.

« II. En 1856, 20 grains de blé de mars, cultivés à l'air libre dans un sol privé de matières azotées, mais à l'abri de la pluie, ont produit :

SUITE DES EXPÉRIENCES DE M. KUHLMANN.

1845. SUR UNE AUTRE PRAIRIE :

Terre sans engrais.	»	7744	»
Terre fumée avec du sel ammoniac. . .	200	9388	1644
Nitrate de soude.	200	9543	1799

(KUHLMANN, *Expériences chimiques et agronomiques*, 1847, pages 59 et 85.)

Au lieu d'employer des quantités d'engrais contenant un poids invariable d'azote, M. Kuhlmann a employé un poids invariable d'engrais contenant des quantités d'azote inégales, d'où il suit que si le nitrate de soude, qui contient 15,74 d'azote pour 100, agit autant que le sel ammoniac, qui en contient 20,8 pour 100 (dans l'état où M. Kuhlmann l'a employé), à égalité d'azote, le nitrate produit plus d'effet que le sel ammoniac.

(*) *Voy.* page 66 et 67.

I.			AZOTE.
	gr.	gr.	gr.
Paille.	4,18	6,25	0,036
Racines.	2,08		
37 grains.	1,38		0,021
	7,64		0,057

Azote de la semence = 0gr,029.
Azote tiré de l'air = 0gr,036.

II.			AZOTE.
	gr.	gr.	gr.
Paille.	4,69	6,75	0,032
Racines.	2,06		
49 grains	1,88		0,027
	8,63		0,059

AZOTE TIRÉ DE L'AIR = 0gr,038.

Conclusion. — *Le blé cultivé dans le sable calciné pur, tire peu d'azote de l'air.*

« III. En 1856, 30 grains du même blé, cultivés dans les mêmes conditions, le sol ayant reçu 0gr,792 de *nitrate de potasse* ou 0gr,110 d'azote, ont produit :

I.			AZOTE.
	gr.	gr.	gr.
Paille.	13,70	20,70	0,122
Racines.	7,00		
144 grains	6,20		0,096
	26,90		0,218

Azote tiré de l'air = 0gr,087.

II.			AZOTE.
	gr.	gr.	gr.
Paille.	12,72	19,22	0,110
Racines.	6,50		
154 grains	7,30		0,014
	26,52		0,224

AZOTE TIRÉ DE L'AIR = 0gr,093.

Conclusion. — *Si on ajoute un peu de nitre au sable, la quantité d'azote tirée de l'air est plus forte.*

« IV. En 1856, 20 grains de blé poulard, cultivés dans les mêmes conditions, le sol ayant reçu 1gr,765 de nitre, soit 0gr,244 d'azote, la récolte étant faite le 25 juin au moment de la floraison, ont produit :

	gr.	AZOTE. gr.
Paille et racines	26,87	0,217
Sable employé comme sol .	1005,00	0,044
Azote de la récolte et azote restant dans le sol.		0,261

« Azote de la semence et du nitre, 0gr,260. Azote de la récolte et du sol, 0gr,261. Azote tiré de l'air, 0gr,00. »

Conclusion. — *Si l'addition de nitre est trop forte, le blé n'emprunte pas d'azote à l'air.*

« V. En 1856, 20 grains du même blé poulard, cultivés dans les mêmes conditions, avec la même quantité de nitre, la récolte étant faite le 13 août au lieu du 25 juin, après la formation du grain, ont produit :

	gr.	gr.	AZOTE. gr.
Paille.	23,735	38,115	0,285
Racines.	14,380		
119 grains	3,450		0,065
	41,565		0,350

AZOTE TIRÉ DE L'AIR = 0gr,090.

Conclusion. — *L'azote de l'air n'est absorbé que lorsque le sol ne contient plus de nitre.*

« VI. En 1856, 20 grains de blé de mars, cultivés comme dans les expériences I et II, le sol ayant reçu

0gr,419 de sel ammoniac, soit azote, 0gr,110, ont produit :

	I.		AZOTE.
	gr.	gr.	gr.
Paille	11,432	15,09	0,083
Racines	3,967		
111 grains	4,935		0,078
	20,330		0,161

	II.		AZOTE.
	gr.	gr.	gr.
Paille	9,425	13,795	0,070
Racines	4,370		
80 grains	3,542		0,054
	17,337		0,124

Conclusion. — *A proportion égale d'azote, le nitre produit plus d'effet que le sel ammoniac.*

« VII. En 1856, 20 grains de blé de mars cultivés dans les mêmes conditions, le sol ayant reçu 0gr,314 de nitrate d'ammoniaque, soit azote 0gr,110, ont produit :

	I.		AZOTE.
	gr.	gr.	gr.
Paille.	8,86	12,20	0,057
Racines.	3,34		
85 grains.	3,72		0,061
	15,92		0,118

	..		AZOTE.
	gr.	gr.	gr.
Paille	10,625	13,870	0,061
Racines..	3,945		
85 grains	5,862		0,088
	20,732		0,149

Conclusion. — *A proportion égale d'azote, le nitrate de potasse produit plus d'effet que le nitrate d'ammoniaque.*

« VIII. En 1856, 20 grains de blé de mars, cultivés

dans les mêmes conditions, le sol ayant reçu 0gr,850 de phosphate d'ammoniaque, soit azote, 0gr,110, ont produit:

I.			AZOTE.
	gr.		
Paille	9,180	12gr,965	0gr,0648
Racines	3,785		
80 grains	3,775		0gr,0513
	16,740		0gr,1161

II.			AZOTE.
	gr.		
Paille	10,785	15gr,825	0gr,082
Racines	5,040		
100 grains . . .	4,340		0gr,068
	20,165		0gr,150

Conclusion. — *A proportion égale d'azote, le nitre produit plus d'effet que le phosphate d'ammoniaque.*

« IX. En 1856, 20 grains de blés de mars, cultivés dans les mêmes conditions, le sol ayant reçu 13gr,55 de sable gélatiné, soit azote, 0gr,110, ont produit (*) :

I.			AZOTE.
	gr.		
Paille	12,275	16gr,225	0gr,075
Racines	3,950		
138 grains . . .	6,175		0gr,097
	22,400		0gr,172

(*) On obtient le sable gélatiné en mêlant un excès de sable avec une dissolution de gélatine, on dessèche à l'étuve, on pulvérise, et on passe à travers un tamis fin.

	II.		AZOTE.
	gr.		
Paille	12,310	17gr,245	0gr,072
Racines	4,935		
125 grains. . . .	5,420		0gr,077
	22,665		0gr,149

Conclusion. — *A proportion égale d'azote, le nitre produit plus d'effet que les matières organiques.*

« X. En 1856, 20 grains de blé de mars, cultivés dans les mêmes conditions, le sol ayant reçu 1gr,885 de graine de lupin en poudre (*), soit azote, 0gr,110, ont produit :

	I.		AZOTE.
	gr.	gr.	gr.
Paille.	11,740	17,440	0,078
Racines.	5,700		
98 grains.	4,320		0,061
	21,760		0,139

	II.		AZOTE.
	gr.	gr.	gr.
Paille.	11,680	15,940	0,073
Racines.	4,260		
109 grains	4,665		0,065
	20,605		0,138

(*) La graine de lupin employée dans ces expériences avait macéré pendant six mois dans de l'eau chargée de cinq à six fois son volume d'acide carbonique. La graine qui a subi ce traitement se décompose plus vite que la graine naturelle. Ce traitement a pour objet de dissoudre les phosphates terreux et généralement tous les produits minéraux contenus dans la graine.

« La même expérience répétée a produit :

	I.		AZOTE.
	gr.	gr.	gr.
Paille.	9,175	14,685	0,070
Racines.	5,510		
98 grains.	3,410		0,042
	18,095		0,112

	II.		AZOTE.
	gr.	gr.	gr.
Paille.	9,56	14,49	0,063
Racines.	4,93		
93 grains.	3,34		0,055
	17,83		0,118

Conclusion. — *A proportion égale d'azote, le nitre produit plus d'effet que les matières organiques.*

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS OBTENUS SUR LE BLÉ DE MARS EN 1856.

MATIÈRES EMPLOYÉES COMME ENGRAIS.	PAILLE ET RACINES.	GRAINS.	POIDS MOYEN DES RÉCOLTES.	AZOTE DE CHAQUE RÉCOLTE.	AZOTE MOYEN DES RÉCOLTES.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Sans engrais	I. 6,25 II. 6,75	1,58 1,88	8,15	0,057 0,059	0,058
0gr,792 de nitrate de potasse . . . Azote, 0 gr. 110	I. 20,70 II. 19,22	6,20 7,30	26,71	0,218 0,224	0,221
0gr,419 de sel ammoniac. . . . . Azote, 0 gr. 110.	I. 15,10 II. 17,54	4,95 3,54	18,85	0,161 0,124	0,142
0gr,314 de nitrate d'ammoniaque. Azote, 0 gr. 110.	I. 12,20 II. 14,87	3,72 5,86	18,52	0,118 0,149	0,133
0gr,850 de phosphate d'ammoniaq. Azote, 0 gr. 110.	I. 12,96 II. 15,82	3,77 4,34	18,40	0,116 0,150	0,133
15gr,55 de sable gélatiné. . . . . Azote, 0 gr. 110.	I. 16,22 II. 16,24	6,17 5,42	22,56	0,172 0,149	0,160
1gr,885 de graines de lupin . . . Azote, 0 gr. 110.	I. 17,44 II. 15,94	4,32 4,66	21,18	0,139 0,138	0,138
1gr,885 de graines de lupin . . . Azote, 0 gr. 110.	I. 14,68 II. 14,49	3,72 3,32	18,12	0,112 0,118	0,115

« Quelle est la signification des résultats qui précèdent? Pour toute personne impartiale, la voici :

« 1° Dans un sol absolument privé d'azote, le blé croît, prospère et s'assimile l'azote de l'air, parce que la substance de la graine suffit à sa première végétation, et que, lorsque la graine est épuisée, l'absorption foliacée pourvoit au développement ultérieur de la plante (expériences I et II).

« 2° Cultivé dans le sable avec le secours du nitre (0gr,792), le blé tire plus d'azote de l'air qu'en l'absence

du nitre, parce que, dans ce cas, la première végétation est plus active, et que, lorsque le nitre est épuisé, les plantes sont pourvues d'un plus grand nombre de feuilles dont l'organisation est plus parfaite et les facultés d'absorption plus grandes (expériences II et III).

« 3° Tant que le sol contient du nitre, le blé, et vraisemblablement toutes les plantes, n'empruntent pas d'azote à l'air, parce que l'azote du nitre est plus assimilable que l'azote gazeux, et qu'un être vivant, animal ou plante, épuise l'aliment le plus assimilable avant de recourir à celui qui l'est moins, lorsqu'il est d'ailleurs pourvu de tous les deux à la fois (expériences IV et V).

« 4° Veut-on que le blé cultivé avec le secours du nitre emprunte de l'azote à l'air? il faut introduire dans le sol moins d'azote que le blé n'en peut absorber.

« 5° L'absorption du nitre est directe, immédiate; avant de se fixer dans l'organisme végétal, le nitre ne passe pas à l'état d'ammoniaque, parce que, à égalité d'azote, le nitre agit sur les plantes plus que les sels ammoniacaux (expériences III, VI, VII et VIII) (*).

« Je possède une collection de photographies qui représentent les cultures mentionnées dans ce Mémoire; prises toutes à la même échelle, ces photographies permettent d'embrasser d'un seul coup d'œil l'ensemble des résultats dont elles traduisent les moindres variations.

« Aucune plante n'est plus propre que le blé à mettre l'absorption de l'azote de l'air en évidence, parce qu'aucune n'est moins impressionnable aux variations de température, et, que, suivant la nature des plantes, un abais-

(*) Dès 1844, M. Kuhlmann avait constaté le même fait, en opérant sur une prairie naturelle.

sement de température survenu à un moment donné de l'expérience peut apporter un trouble considérable dans le résultat lorsque la végétation a lieu dans le sable calciné. »

Il me semble que voilà un ensemble de propositions d'une évidence irrésistible, qui répondent à toutes les objections possibles. Quoiqu'elles me paraissent sans réplique, je me crois tenu, cependant, de les fortifier par des faits d'un autre ordre, à l'exposition desquels je donnerai même un certain développement, parce qu'ils nous ouvrent des horizons nouveaux.

SEPTIÈME PARTIE

COMMENT LA NATURE DES PRODUITS QUI SE FORMENT PENDANT LA DÉCOMPOSITION DES ENGRAIS PROUVE QUE LES PLANTES ABSORBENT L'AZOTE ÉLÉMENTAIRE DE L'ATMOSPHÈRE

1. M. J. Reiset a observé dans ces derniers temps que toutes les matières organiques perdent une partie de leur azote à l'état de gaz élémentaire, lorsqu'elles subissent la fermentation putride. Il a constaté ce fait important au moyen de l'appareil qu'il avait déjà employé pour étudier, de concert avec M. Régnault, les produits de la respiration animale. (*Annales de chimie et de physique*, IIIe série, tome XXVI.)

Cet appareil se compose essentiellement de deux parties : d'une grande cloche de cristal dans laquelle on enferme les animaux ou les matières livrées à la putréfaction, et de deux boules de verre mobiles remplies d'une dissolution de potasse caustique pour absorber l'acide carbonique

que les animaux produisent en respirant, ou qui se dégage pendant la décomposition des matières soumises à l'expérience. A mesure que cette absorption a lieu, un volume d'oxygène égal à celui de l'acide carbonique absorbé afflue dans l'intérieur de la cloche. La force élastique de l'air reste donc constante, et sa composition sans cesse troublée et toujours rétablie ne changerait pas s'il ne se produisait que de l'acide carbonique; mais s'il se produit un autre gaz, de l'azote, par exemple, que la potasse contenue dans les organes mobiles de l'appareil ne peut pas absorber, le rapport primitif entre l'oxygène et l'azote change, et l'importance de ce changement indique combien il s'est dégagé d'azote.

En opérant dans ces conditions, M. Reiset a constaté que la décomposition des matières organiques détermine invariablement le dégagement de quantités considérables d'azote à l'état élémentaire. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome XLII, page 53.)

2. Avant la publication de ces intéressantes recherches, j'avais été conduit moi-même au même résultat par un chemin plus détourné. Le 17 décembre 1855, j'avais adressé à l'Académie des sciences une Note sous pli cacheté dans laquelle je formulais les trois propositions suivantes :

1° Les graines de lupin en voie de décomposition (*il est probable que toutes les matières organiques sont dans le même cas*) perdent une partie importante de leur azote.

2° Cette perte se fait en partie à l'état d'ammoniaque et en partie à l'état d'*azote élémentaire*.

3° Dans les conditions où ce dégagement d'azote se produit, il ne se forme pas de nitrate (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLIII, p. 145).

En rappelant les résultats de mes recherches et l'époque de leur publication, je n'ai pas l'intention d'élever une réclamation de priorité au préjudice de M. Reiset, mais simplement de montrer que j'étais arrivé au même résultat et que je m'en étais servi, pour prouver, à nouveau, que les plantes s'assimilent l'azote à l'état de gaz élémentaire. Cette démonstration nouvelle mérite de trouver place ici.

3. Je la diviserai en deux parties. Dans la première partie, je ferai connaître la nature des produits qui se forment lorsqu'une matière organique se décompose en dehors de toute influence perturbatrice. Dans la seconde, j'étendrai cette étude au cas où la décomposition de la matière se produit dans un sol cultivé.

DÉCOMPOSITION DE LA GRAINE DE LUPIN DANS UN SOL SANS CULTURE

*T**. Dans un pot rempli de sable calciné, j'ajoutai $4^{gr},015$ de graine de lupin en poudre, contenant $0^{gr},230$ d'azote (*). Le pot fut placé dans une cuvette de faïence contenant 1 litre d'eau distillée, et le tout fut enfermé dans une petite cloche hermétiquement close. Chaque jour on faisait passer dans l'intérieur de la cloche 500 litres d'air. Avant d'arriver dans la cloche, l'air traversait deux flacons remplis de petits morceaux de ponce imbibés d'acide sulfurique, et deux autres flacons remplis de ponce imbibée d'une dissolution de bicarbonate de soude. Au sortir de la cloche, l'air traversait un tube à boule rempli d'acide chlorhydrique

(*) La graine avait digéré pendant six mois dans de l'eau chargée d'acide carbonique, pour dissoudre les phosphates et les sels terreux qu'elle pouvait contenir.

étendu d'eau. Sous l'action de la température extérieure, l'eau qui imbibait le sable s'évaporait en partie, puis se condensait sur la surface intérieure de la cloche, et de là venait se réunir sur la plaque à laquelle adhérait la cloche, et d'où on pouvait la retirer à l'aide d'un conduit approprié. Tous les quinze jours on recueillait l'eau ainsi condensée. On y ajoutait 1 gramme d'acide oxalique et on évaporait au bain-marie jusqu'à siccité. L'acide hydrochlorique du tube à boule était traité de la même manière. Enfin on brûlait les deux résidus au moyen de la chaux sodée, comme s'il se fût agi d'un dosage d'azote ordinaire.

L'azote recueilli dans ces conditions représente celui perdu par la matière à l'état d'ammoniaque. Il n'est peut-être pas inutile de remarquer que la vapeur d'eau qui se condense à la surface intérieure de la cloche en contient plus que l'acide employé au lavage de l'air. Quoi qu'il en soit, du 10 mars au 15 juillet, on a recueilli par ce procédé les quantités suivantes d'azote :

	gr.
Du 19 mars au 12 avril.	0,00997
Du 13 avril au 30 avril.	0,01800
Du 30 avril au 15 mai.	0,00900
Du 15 mai au 26 mai.	0,00550
Du 26 mai au 15 juin.	0,00600
Du 15 juin au 26 juin.	0,00550
Du 26 juin au 10 juillet.	0,00441
	0,05838

Ainsi en trois mois le pot a perdu 0gr,058 d'azote à l'état d'ammoniaque. A la fin de l'expérience le pot fut mis à l'étuve et son contenu versé sur un tamis de toile métal-

lique, pour séparer la brique du sable. Le poids du sable s'éleva à 1001 grammes, dans 100 grammes duquel l'analyse accusait 0gr,0093 d'azote. Le résultat définitif de l'expérience devient donc :

Avant l'expérience :

Azote ajouté au sable.		0,238
Azote recueilli à l'état d'ammoniaque.	0gr,058	
Azote restant dans le sable.	0gr,093	
Azote retrouvé.	0gr,151	0gr,238
Azote perdu à un état indéterminé. . .	0gr,087	

Je pensai d'abord à la formation d'un nitrate pour expliquer l'azote manquant. 200 grammes de sable et 100 grammes de brique, lavés à l'eau distillée, ne m'en fournirent pas trace. En présence de ce résultat, *j'admis que la perte s'était faite à l'état d'azote gazeux.* Les expériences de M. Reiset ont fait passer depuis cette supposition dans le domaine des réalités.

Du reste, en admettant seulement que 3gr,015 de graines de lupin perdent 0gr,151 d'azote dont 58 à l'état d'ammoniaque, on va voir que cette expérience suffit pour prouver que les plantes s'assimilent l'azote de l'air.

DÉCOMPOSITION DE LA GRAINE DE LUPIN DANS UN SOL CULTIVÉ

U. Le 19 mars, on prépara sept pots comme celui de l'expérience précédente, et on sema dans chaque pot vingt grains de blé poulard. Par l'engrais et la semence, chaque pot avait reçu 0gr,259 d'azote.

Le 25 mars, la germination était complète : le blé poulard étant un blé d'hiver, chaque grain poussa plusieurs

tiges au lieu d'un chaume unique. Le blé talla beaucoup. Désespérant même qu'il vînt à maturité, le 13 juillet je me décidai à faire la récolte de cinq pots, me réservant de prolonger l'expérience sur les deux autres. Après avoir enlevé les récoltes, tous les pots furent mis à l'étuve, et lorsque le sable fut sec, le contenu de chaque pot fut vidé sur un tamis pour séparer le sable des racines et de la brique. Enfin le sable de chaque pot fut analysé, et on obtint finalement les résultats suivants :

	AZOTE.	
	gr.	
Pot n° 1.	0,091	
Pot n° 2.	0,099	Moyenne.
Pot n° 3.	0,100	0gr,099
Pot n° 4.	0,102	–
Pot n° 5.	0,106	

Le sable du pot sans végétation ayant accusé 0gr,093, c'est-à-dire une perte égale, il en résulte que la perte est indépendante de la végétation. Cette expérience prouve de plus que la graine de lupin n'a pas été absorbée en nature, mais qu'elle a agi sur les plantes par les produits de sa décomposition.

3. Nous avons constaté (*Expérience T**) que la graine de lupin avait perdu, en se décomposant, 0gr,058 d'azote à l'état d'ammoniaque.

S'il est vrai que les plantes ne puissent s'assimiler l'azote qu'à l'état d'ammoniaque, il est manifeste que, dans les expériences qui nous occupent, les plantes n'auront pu acquérir plus d'azote que le sol n'en a perdu à cet état moniaque, c'est-à-dire 0gr,058, lesquels augmentés de 0gr,021 contenus dans la semence, font un total

de $0^{gr},079$. Or voici ce que l'expérience accuse :

	RÉCOLTE SÈCHE.	AZOTE.
	gr.	gr.
Pot n° 1.	14,15	0,116
Pot n° 2.	16,72	0,142
Pot n° 3.	14,37	0,123
Pot n° 4.	9,40	0,090 (*)
Pot n° 5.	17,50	0,152

Toutes les récoltes contenant plus de $0^{gr},079$ d'azote, on ne peut l'attribuer à l'ammoniaque produite par la décomposition de l'engrais. On ne peut invoquer davantage l'intervention des nitrates, attendu que dans ces conditions il ne s'en forme pas. Il ne reste donc plus qu'une absorption directe d'azote élémentaire pour expliquer l'excédant accusé par les récoltes.

De toutes les expériences qui précèdent, la dernière présente un intérêt tout particulier. Elle accuse, en effet, la fixation d'une quantité d'azote égale à la totalité de celui perdu par la graine de lupin.

En effet :

AVANT L'EXPÉRIENCE.

	AZOTE.	
	gr.	
20 grains de blé.	0,021	$0^{gr},259$
$4^{gr},015$ de graine de lupin.	0,238	

APRÈS L'EXPÉRIENCE.

	AZOTE.	
	gr.	
$15^{gr},5$ de récolte.	0,152	$0^{gr},258$
Restant dans le sable.	0,106	

Or si minime que soit la quantité d'azote né de la décomposition de l'engrais, si on admet que l'excédant acquis par la récolte vient de cette source, il faut de toute nécessité qu'il y ait eu assimilation d'azote à l'état de gaz élémentaire.

(*) Pas de phosphate dans le pot.

4. On peut, il est vrai, faire deux objections contre cette conclusion. On peut d'abord nier le résultat ou le déclarer entaché d'inexactitude. Sur ce premier point, la réponse est facile. Les résultats qui précèdent s'accordent de tout point avec une expérience faite par M. Boussingault dans des conditions moins bien définies. Ayant institué une culture de lupin dans du sable calciné auquel il avait ajouté, à titre d'engrais, d'autres grains de lupins, privées de leur faculté germinative par leur immersion dans l'eau bouillante, la végétation manifesta plus d'activité que dans le sable pur; elle accusa même un gain considérable d'azote. Mais tout compte fait, l'engrais se trouva avoir perdu un peu plus d'azote que les plantes n'en avaient gagné. Trompé par cette sorte d'équivalence, M. Boussingault en a conclu : « Que l'azote de l'air n'est pas intervenu et que l'azote de la récolte vient expressément des semences et de l'engrais. »

Cette conclusion est erronée, mais l'expérience n'en a pas moins une importance capitale. Elle reproduit, en effet, dans toutes ses parties l'expérience n° 5, et si, au lieu de s'arrêter au résultat brut, on le décompose, l'erreur dans laquelle est tombé M. Boussingault devient manifeste à tous les yeux.

Reproduisons d'abord les termes de l'expérience de M. Boussingault, nous la discuterons ensuite.

CULTURE DE LUPIN BLANC AVEC ENGRAIS,

PAR M. BOUSSINGAULT (*).

AU DÉBUT DE L'EXPÉRIENCE.

	AZOTE.	
Azote dans les semences. . . .	0gr,0365	0gr,182
Azote dans l'engrais.	0gr,1462	

(*) *Annales de chimie et de physique*, IIIe série, 1854, tome XLI, page 58.

A LA FIN DE L'EXPÉRIENCE.

AZOTE.

Azote dans la récolte.	0gr,1163	0gr,169
Azote resté dans le sol . . .	0gr,0532	
Azote perdu par l'engrais.		0gr,013

L'ensemble du système accuse une perte de 0gr,013 d'azote, mais par contre la récolte accuse un gain de 0gr,080.

Azote dans la récolte.	0gr,1165
Azote dans les semences.	0gr,0365
Excédant dans la récolte.	0gr,080

Au premier abord, ces chiffres semblent fortifier les conclusions de M. Boussingault. Cependant essayons de pénétrer plus avant dans l'économie du phénomène et de nous enquérir de la forme sous laquelle l'azote a été absorbé par les lupins, et la conclusion devient tout autre. Il est bien manifeste que les lupins morts n'ont pas été absorbés en nature par les lupins, vivants : l'action favorable des lupins morts, résultant d'une production d'ammoniaque, tout se réduit à cette question : l'azote de l'ammoniaque est-il égal à la quantité d'azote gagné par la récolte? L'expérience répond : Non. La quantité d'azote qui correspond à l'ammoniaque égale 0gr,036, alors que celle acquise par les plantes s'élève à 0gr,080.

Voici au surplus les éléments de cette démonstration :

EXPÉRIENCE DE M. BOUSSINGAULT

INTERPRÉTÉE PAR M. VILLE.

Azote dans l'engrais au début de l'expérience. .	0gr,146

En se décomposant, il produit :

Azote à l'état d'ammoniaque. . .	0gr,036	0gr,146
Azote resté dans le sol.	0gr,053	
Azote dégagé à l'état de gaz. . .	0gr,057	

Vous le voyez, l'expérience, sous toutes ses formes, nous conduit invariablement à la même conclusion : L'AZOTE ÉLÉMENTAIRE EST ABSORBÉ PAR LES VÉGÉTAUX.

S'il n'en était pas ainsi, la dernière expérience que je viens de discuter nous mènerait à des conséquences singulièrement graves, heureusement démenties par tous les faits connus.

En effet, du moment que tous les composé organiques perdent en se décomposant une partie de leur azote à l'état de gaz, si les végétaux ne possédaient pas la faculté de s'assimiler l'azote sous cette forme, l'azote irait sans cesse s'accumulant à la surface du globe aux dépens de l'azote combiné; la végétation, impuissante à rétablir l'équilibre, et disposant d'une quantité d'azote de moins en moins forte, devrait finir par s'éteindre sans retour.

Mais revenons à la discussion de l'expérience n° 5 relatée page 268.

Cette expérience, conforme à celle de M. Boussingault, accuse, disons-nous, un gain d'azote dont, à la rigueur, on pourrait rendre compte, si l'on admettait que l'azote perdu à l'état élémentaire par l'engrais a été absorbé par les plantes. Cette supposition ne changerait pas beaucoup la position de ceux qui nient l'intervention de l'azote atmosphérique dans la nutrition végétale. A la rigueur cependant, on pourrait dire que l'azote à l'état naissant que le fumier dégage n'est pas de l'azote ordinaire ; qu'il est bien

possible en effet que les plantes absorbent l'azote sous cette forme, mais que cela ne prouve rien en faveur d'une absorption d'azote opérée aux dépens de l'atmosphère.

A mon tour je réponds : Sur les sept pots mis en expérience le 19 mars, cinq ont été récoltés le 13 juillet, mais les deux autres n'ont été récoltés que le 20 septembre. Or voici ce que ces deux-là ont produit :

			RÉCOLTE.	AZOTE DE LA RÉCOLTE.	AZOTE DU SABLE.	AZOTE TOTAL.
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Pot n° 6.	Paille. . . .	22,34	23,24	0,188	0,096	0,285
	Grains. . . .	0,82				
Pot n° 7.	Paille. . . .	20,34	21,36	0,169	0,103	0,272
	Grains. . . .	0,42				

Les deux récoltes accusent une absorption d'azote supérieure à la perte totale éprouvée par l'engrais. Il faut donc admettre une absorption indépendante de l'azote naissant produit par la décomposition du fumier. Mais les deux expériences qui précèdent n'ayant pas d'analogues dans la science, je reviens à l'expérience du pot n° 5, et à son aide je vais montrer que, dans toutes les expériences que je viens de rapporter, il y a eu absorption d'azote gazeux aux dépens de l'air.

Dans l'expérience n° 5, avons-nous dit, la quantité d'azote fixée par la récolte est juste égale à celle perdue par le fumier. Mais de ce qu'il y a égalité entre ces deux quantités, s'ensuit-il que l'une soit originaire de l'autre? Sans nier qu'il en puisse être ainsi, j'ai voulu

(*) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XXXVII, page 606.

cependant m'en assurer, et pour y parvenir, j'ai fait cette année les deux expériences suivantes.

V. J'ai enfermé dans une cloche quatre pots remplis de sable, j'ai ajouté au sable de chaque pot 1gr,855 de graines de lupin, soit 0gr,110 d'azote par pot. J'ai placé dans une autre cloche quatre pots préparés de la même manière, et j'ai semé dans chaque pot vingt grains de blé de mars. Enfin, j'ai muni chaque cloche d'un tube à boule, rempli d'acide hydrochlorique pour recueillir l'ammoniaque que les pots pourraient dégager dans l'air. En un mot, j'ai voulu répéter plus en grand l'expérience *T*m, pour savoir si la végétation utilise la totalité ou seulement une fraction de l'ammoniaque produite pendant la décomposition des engrais.

Or, les deux expériences, commencées le 10 mars et terminées le 25 juillet, ont accusé les pertes suivantes d'azote :

	CLOCHE.	
	SANS PLANTE.	AVEC PLANTE.
	AZOTE.	AZOTE.
	gr.	gr.
Du 10 mars au 10 avril. . . .	0,0171	0,00858
Du 10 avril au 25 avril. . . .	0,0088	0,00415
Du 25 avril au 10 mai	0,0057	0,00282
Du 10 mai au 25 mai.	0,0082	0,00453
Du 25 mai au 10 juin.	0,0077	0,00303
Du 10 juin au 25 juin	0,0091	0,00274
Du 25 juin au 10 juillet. . . .	0,0080	0,00427
Du 10 juillet au 25 juillet. . .	0,0715	0,01100
	0,0775	0,04092

Ainsi donc, les pots en culture n'ont pas utilisé la totalité de l'ammoniaque produite, sur 0gr,077 résultant de la décomposition de l'engrais, il y en a eu 0gr,040, c'est-à-dire la moitié de perdu dans l'air sans profit pour les plantes.

Mais si les plantes n'absorbent qu'une partie de l'ammoniaque provenant des fumiers, est-il présumable qu'elles absorbent la totalité de l'azote perdu par eux, à l'état d'azote gazeux, et du reste, l'eussent-elles absorbé, ne faudrait-il pas recourir à l'atmosphère pour compenser l'ammoniaque recueillie dans l'expérience, et dont les plantes n'ont pu évidemment profiter? Ces expériences nous ramènent donc encore à une absorption d'azote gazeux puisé dans l'air.

Comme confirmation des résultats qui précèdent, je rapporterai les résultats des expériences suivantes, faites cette année en opérant sur le blé de mars.

X. Le 10 mars 1856, on a rempli cinq pots avec 1000 grammes de sable, pur et calciné, auquel on a ajouté 1gr,855 de graine de lupin en poudre, soit 0gr,110 d'azote par pot. Le 25 juillet, on a recueilli et desséché le sable de chaque pot; il contenait les quantités suivantes d'azote (*) :

	AZOTE.	
	gr.	
Pot n° 1.	0,044	En moyenne. 0gr,041
Pot n° 2.	0,047	
Pot n° 3.	0,040	
Pot n° 4.	0,032	
Pot n° 5.	0,040	

Ainsi chaque pot a perdu en moyenne 0gr,70 d'azote du 10 mars au 25 juillet.

Y. Le même jour, c'est-à-dire le 10 mars 1856, on a préparé quatre pots comme les précédents, et on semé dans chaque pot vingt grains de blé de mars. Le 25 juillet,

(*) Les quatre premiers étaient enfermés dans une cloche : ce sont ceux de l'expérience *V*. On a laissé le cinquième à l'air libre.

on a fait la récolte. Le sable de chaque pot contenait les quantités suivantes d'azote :

	gr.	
Pot n° 1.	0,046	En moyenne. 0gr,042
Pot n° 2.	0,046	
Pot n° 3.	0,038	
Pot n° 4.	0,040	

Ainsi les pots cultivés ont perdu sensiblement la même quantité d'azote que les pots sans culture. C'est la reproduction du résultat que j'ai rapporté à l'expérience *U*.

Z. Les quatre pots précédents cultivés à l'air libre ont produit les récoltes suivantes :

I.	gr.		AZOTE.
Paille.	11,74	17gr,44	0gr,078
Racines.	5,70		
98 grains.	4,32		0gr,061
	21,76		0gr,139

Avec l'azote du sable :

Azote de la récolte.	0gr,139
Azote resté dans le sable.	0gr,046
	0gr,185

II.	gr.		AZOTE.
Paille.	11,68	15gr,94	0gr,073
Racines.	4,26		
109 grains.	4,66		0gr,065
	20,60		0gr,138

Avec l'azote du sol :

Azote de la récolte.	0gr,138
Azote resté dans le sable.	0gr,046
	0gr,184

III.			AZOTE.
	gr.		
Paille.	9,17	14gr,68	0gr,070
Racines.	5,51		
98 grains.	3,41		0gr,042
	18,09		0gr,112

Avec l'azote du sol :

Azote de la récolte.	0gr,112
Azote resté dans le sable.	0gr,038
	0gr,150

IV.			AZOTE.
	gr.		
Paille.	9,56	14gr,49	0gr,063
Racines.	4,93		
93 grains.	3,34		0gr,055
	17,83		0gr,118

Avec l'azote du sable :

Azote de la récolte.	0gr,118
Azote du sable.	0gr,040
	0gr,158

Ainsi, chaque pot ayant reçu 0gr,126 d'azote par le fumier et les semences, les récoltes, augmentées de l'azote du sol, ont accusé les quantités suivantes :

	AZOTE EMPLOYÉ.	AZOTE OBTENU.	AZOTE EXCÉDANT.
	gr.	gr.	gr.
Pot n° 1.	0,126	0,185	0,059
Pot n° 2.	0,126	0,184	0,068
Pot n° 3.	0,126	0,150	0,024
Pot n° 4.	0,126	0,158	0,032
	0,504	0,677	0,173

c'est-à-dire que, sans tenir compte de l'azote perdu par le

sol, l'expérience accuse un excédent et reproduit en petit ce qui arrive dans la grande culture.

A a. Voulant répéter la même expérience avec une autre matière azotée, le 10 mars, j'ai mis dans un pot 1000 grammes de sable pur, auquel j'ai mêlé 13gr,55 de sable gélatiné (*) ou 0gr,110 d'azote. Le 25 juillet, le sable contenait :

Azote.	0gr,043

A b. Le même jour c'est-à-dire le 10 mars, on a préparé deux pots semblables, et on a semé vingt grains de blé dans chacun. Le 25 juillet, on a fait la récolte. Le sable de chaque pot, séché et analysé, contenait :

Pot n° 1.	0gr,042
Pot n° 2.	0gr,045

C'est-à-dire que la végétation n'a pas influé sur la décomposition de l'engrais.

A c. Les récoltes séchées et analysées ont fourni :

	I.		AZOTE.
	gr.		
Paille.	12,27	16gr,22	0gr,075
Racines.	3,95		
138 grains.	6,17		0gr,097
	22,39		0gr,172

Avec l'azote du sable :

Azote resté dans le sable	0gr,172
Azote de la récolte.	0gr,042
	0gr,214

(*) Pour obtenir le sable gélatiné, on délaye un excès de sable dans une dissolution de gélatine, on dessèche à l'étuve, on pulvérise, et on passe à travers un tamis fin.

	II.		AZOTE.
	gr.		
Paille.	13,31	17gr,24	0gr,072
Racines.	4,93		
123 grains.	5,42		0gr,077
	22,66		0gr,149

Avec l'azote du sable :

Azote de la récolte.	0gr,149
Azote resté dans le sable.	0gr,045
	0gr,194

Ces deux dernières expériences sont donc conformes aux précédentes. Dans les deux, la récolte accuse un gain d'azote. Comparez en effet les chiffres qui les résument.

	AZOTE DE LA SEMENCE ET DE L'ENGRAIS.	AZOTE DE LA RÉCOLTE.
	gr.	gr.
N° 1.	0,126	0,172
N° 2.	0,126	0,149

Dans ce parallèle on n'a pas tenu compte de l'azote restant dans le sol, qui s'élève à 0gr,042. Si on le reporte sur la récolte, alors le résultat des expériences devient :

	AZOTE DE LA SEMENCE ET DE L'ENGRAIS.	AZOTE DE LA RÉCOLTE ET DU SOL.	EXCÉDANT.
	gr.	gr.	gr.
N° 1	0,126	0,214	0,088
N° 2	0,126	0,191	0,065

De l'ensemble des faits que je viens de présenter, il résulte donc les conclusions suivantes :

1° Tout corps de nature organique qui se décompose

perd une partie de son azote à l'état d'ammoniaque et une autre à l'état d'azote gazeux ;

2° La végétation ne trouble pas la marche de cette décomposition ;

3° Les plantes cultivées dans un sol fumé absorbent plus d'azote que le fumier ne produit d'ammoniaque ;

4° L'excédant d'azote accusé par les récoltes ne peut s'expliquer que par une absorption d'azote élémentaire.

VÉRIFICATION DE MES PREMIÈRES EXPÉRIENCES : DISCUSSION DE LEURS RÉSULTATS

En 1853, j'ai réuni dans un petit in-folio l'ensemble de mes recherches sur l'absorption de l'azote par les plantes. Le procédé que j'ai suivi pour exécuter ces recherches a consisté invariablement à cultiver les plantes dans du sable calciné pur de toute matière azotée, les pots qui servaient à l'expérience étant enfermés dans une atmosphère absolument dépouillée d'ammoniaque et de tout principe azoté. Ainsi la végétation avait lieu dans un sol formé exclusivement de sable calciné, et dans une atmosphère composée d'oxygène, d'azote et d'acide carbonique; les plantes ne pouvaient donc puiser de l'azote que dans l'azote même de l'air. Or les récoltes obtenues dans ces conditions accusent un excédant d'azote qui est quelquefois considérable. Sous ce rapport, le résultat est très-net. Le seul reproche qu'on puisse faire à cette méthode, c'est d'être d'un emploi borné et incertain. Toutes les plantes ne sont pas aptes à végéter dans ces conditions anormales. Parmi celles qu'on peut employer avec avantage, toutes n'offrent pas les mêmes chances de succès. Depuis trois ou quatre ans, chaque année j'ai répété quelqu'une de mes premières expériences. A côté de quelques insuccès dont la véritable cause m'échappe, j'ai eu la satisfaction de

voir d'autres résultats se reproduire avec une constance et une netteté qui ne peuvent laisser planer aucun doute sur la certitude de mes premières conclusions. Je n'ai jamais éprouvé de mécompte ni avec le blé, ni avec le tabac. Depuis trois ans, j'ai répété plus de trente fois l'expérience, et toujours avec le même succès.

Avec le cresson et le colza, mes tentatives n'ont pas été aussi heureuses, sans que je puisse dire au juste la cause de mes insuccès. Je les ai attribués tour à tour à des conditions différentes de température, à la qualité des graines; mais j'ai reconnu depuis le peu de fondement de ces explications. En effet, dans l'expérience faite au Jardin des Plantes sous les auspices d'une Commission nommée par l'Académie des sciences, dans une même cloche, trois pots préparés de la même manière et placés dans les mêmes conditions ont donné les résultats suivants :

	I.	AZOTE.
	gr.	gr.
Semence sèche	0,124	0,004
Récolte sèche	6,025	0,053
Azote tiré de l'air		0,049

	II.	AZOTE.
	gr.	gr.
Semence sèche	0,127	0,004
Récolte sèche	0,506	0,011
Azote tiré de l'air		0,007

	III.	AZOTE.
	gr.	gr.
Semence sèche	0,519	0,0099
Récolte sèche	2,242	0,0097
Azote tiré de l'air		0,0000

(*) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, tome XLI, page 757, Rapport de M. Chevreul.

Ainsi voilà trois pots préparés avec le même sable, renfermés dans la même cloche et plongeant tous les trois dans la même eau, qui leur était commune à tous trois : l'un reproduit, avec une approximation vraiment remarquable, mes résultats de 1853(*); dans un autre, le résultat est positif, mais il s'éloigne du premier; dans le troisième, le résultat est négatif.

A quelle cause peut-on attribuer ces variations? Je ne puis répondre à cette question d'une manière satisfaisante.

J'ai constaté sur le colza des singularités aussi inattendues et non moins inexplicables.

En effet, si on sème du colza d'hiver au mois de mai, et qu'on le repique au mois de juin, dans un sol formé de sable calciné, il peut se présenter trois cas : — la plante reprend, mais elle ne prospère pas, la végétation reste stationnaire, les feuilles nouvelles tombent à mesure qu'il en pousse de nouvelles; — la plante reprend et prospère, mais ses feuilles sont étroites, leur limbe est presque adhérent à la tige, et la tige monte et ne grossit pas, la quantité d'azote absorbée est faible; — la plante reprend, elle pousse de larges feuilles et en grand nombre, la tige ne monte pas : dans ce cas, la récolte accuse un excédant d'azote considérable.

A quoi faut-il attribuer les différences que je signale là? Très-probablement à des conditions différentes de température. Je crois même que je pourrais présenter une analyse raisonnée de ces effets, et j'y céderais volontiers, s'il ne me manquait encore le bénéfice d'une confirmation expérimentale de l'opinion que je me suis faite à cet égard.

(*) Voyez page 205.

Avec le tabac et avec le blé, quelques anomalies peuvent se présenter aussi; mais ces anomalies, mieux déterminées dans leur cause, n'empêchent pas le résultat principal de se produire. Avec ces deux plantes, la végétation accuse toujours une absorption d'azote qui va de $0^{gr},025$ à $0^{gr},040$ pour chaque pot de blé; de $0^{gr},050$ à $0^{gr},120$ pour chaque pot de tabac. Avec ces deux plantes, l'expérience est plus sûre qu'avec toutes autres, c'est donc sur elles que j'insisterai de préférence.

Le blé est très-avantageux pour les expériences en plein air, et le tabac pour les expériences dans les cloches.

J'ai déjà rapporté aux expériences *I* et *J*, pages 59, 253, 254, les résultats que j'ai obtenus avec le blé; je n'y reviendrai pas : je me bornerai à décrire avec détail comment il faut préparer et conduire l'expérience.

Préparation de l'expérience. — Les pots dont je me sers sont en terre ordinaire; ils sont coniques, ils ont $0^{m},12$ de haut et $0^{m},12$ d'ouverture, ils sont percés à la partie inférieure de quatre fentes de $0^{m},02$ de haut et de 1 demi-centimètre de large; chaque pot est placé au centre d'une cuvette en faïence vernie qui a $0^{m},22$ de diamètre et $0^{m},06$ de profondeur; on met dans cette cuvette : 1 litre d'eau distillée.

Dans l'intérieur du pot, on met d'abord 600 grammes de brique en fragments gros comme des noisettes. Je me sers habituellement des briques qui ont servi pour le revêtement intérieur des fours à porcelaine de la manufacture de Sèvres. Au-dessus de cette couche de brique, on étend sans le tasser 1000 grammes de sable blanc d'Aumont, on humecte le sable avec 125 grammes d'eau distillée, et on y ajoute les matières salines suivantes :

	gr.
Phosphate de chaux.	2,61
Phosphate de magnésie.	3,80
Sulfate de chaux.	0,10
Chlorure de sodium.	0,10
Peroxyde de fer hydraté.	0,10

On ajoute dans l'eau de la cuvette :

Silicate de potasse.	3,09 (*)
Silicate de soude.	0,26

L'époque la plus convenable pour les semis, c'est du 10 au 15 mars. Il faut garder les pots dans une serre chaude dont on maintient la température entre 20 et 25°, jusqu'aux premiers jours d'avril. Du reste, à cet égard, il n'y a pas de règle absolue. C'est l'état de la saison qui détermine le moment où l'on peut sortir les pots. Chaque jour on arrose les pots soir et matin avec une seringue d'étain, dont le canal d'écoulement est terminé par une petite pomme d'arrosoir: De cette manière on arrose plusieurs pots à la fois, et l'arrosage se fait comme par une pluie fine.

Lorsque le moment de sortir les pots est venu, je les place dans une serre à claire-voie, comme les volières, et recouverte par un toit vitré. Cette disposition est très-commode; elle met les plantes à l'abri de la pluie et les protége contre les rats et les moineaux, qui sont très à craindre lorsqu'on opère sur le blé.

Un point très-essentiel, c'est que la germination se fasse

(*) On prépare le silicate en frittant 65 grammes de potasse caustique avec 200 grammes de sable d'Étampes. Pour que l'attaque se fasse bien, il faut une température très-élevée.

Le phosphate de chaux le plus convenable est celui qu'on obtient en précipitant le phosphate de soude par le chlorure de sodium, il a pour formule :

$$\text{Ph. O}^5 \left\{ \begin{array}{l} 2\text{CaO} \\ \text{HO} \end{array} \right. + \text{aq.}$$

bien ; pour cela, il faut éviter les changements trop brusques de température et surtout le froid trop vif des nuits. On se place dans de bonnes conditions sous ce rapport en ne sortant les pots que dans les premiers jours d'avril.

Une précaution qu'il ne faut pas négliger non plus, c'est d'abriter les plantes contre l'action du vent, lorsqu'il souffle avec trop de force. Pour cela, j'ai l'habitude d'étendre des rideaux de toile sur toute la surface des grillages extérieurs de la serre, et ce moyen m'a donné d'excellents résultats.

Quant à la calcination des pots, de la brique et du sable, jusqu'en 1852 j'ai eu recours aux fours à porcelaine de la manufacture de Sèvres; mais depuis 1854 je me sers d'un grand moufle, qui est placé dans un fourneau construit tout exprès, et dans lequel je puis calciner d'un seul coup 40 kilogrammes de sable et 50 pots. Le chauffage du moufle se fait au bois et au coke. Chaque calcination dure dix-huit heures.

J'ai dit en commençant cet article que j'entrerais dans des détails minutieux : qu'on m'excuse donc si j'insiste. Mais on va voir à quels mécomptes on s'expose lorsqu'on change les conditions pratiques d'une expérience de l'ordre de celles qui nous occupent.

J'ai dit que j'employais des pots percés de fentes sur les côtés. J'ai dit encore que je plaçais chaque pot dans une cuvette qui contenait 1 litre d'eau distillée. Chacune de ces conditions est essentielle. Si l'on supprime le litre d'eau de la cuvette et qu'on remplace les pots percés de trous par des pots dont les parois sont pleines, l'expérience ne réussit pas : la végétation est chétive et languissante. La raison de ce changement n'est pas difficile à découvrir.

En effet, 100 pieds de blé venus dans les conditions d'une bonne culture pèsent 394gr,21, et se répartissent de la manière suivante :

	gr.
3030 grains	142,00
Balles	30,40
Paille	221,00
	394,21

La paille et les balles mêlées ensemble ont laissé après leur combustion 10gr,816 de cendres, et les grains 3gr,227; soit 14gr,04 pour la récolte entière.

Pour opérer dans de bonnes conditions, il faut que le blé cultivé dans le sable calciné puisse absorber autant de matière saline que celui venu dans la bonne terre. Supposons donc qu'on ajoute aux 1000 grammes de sable employé la cendre de 30 pieds de blé, le sable en aura reçu 4gr,2 représentés par les éléments suivants :

	CENDRES DE LA PAILLE. 3gr,243.	CEND. DES GRAINS. 0gr,968.
	gr.	gr.
Potasse	0,50	0,25
Soude	0,10	0,30
Chaux	0,11	0,02
Magnésie	»	0,12
Oxyde de fer	0,07	0,02
Chlore	0,007	0,00
Acide sulfurique	0,03	0,003
Acide phosphorique	0,13	0,55
Silice	2,34	0,002 (*)

C'est-à-dire que le sable aura reçu de 0gr,8 à 1 gramme d'alcalis, lesquels, dissous dans les 1125 grammes d'eau employés, forment une dissolution à $\frac{2}{3}$ de millième. Mais, au lieu d'opérer dans ces conditions, supposons qu'on sup-

(*) *Annuaire* de MM. Millon et Reiset, pour 1847, page 653.

prime l'eau de la cuvette. Alors la quantité d'eau employée ne sera plus que de 125 grammes, et elle contiendra 1 pour 100 de sels alcalins. Si, sous le prétexte d'éviter les chances d'erreur que l'emploi d'un kilogramme de sable peut faire naître, on réduit cette quantité à 250 grammes, la quantité d'eau nécessaire pour mouiller le sable ne sera plus que de 30 grammes, et cette eau formera une dissolution alcaline à 3 pour 100.

Croyez-vous qu'il soit indifférent d'adopter l'une ou l'autre de ces trois conditions?

J'ai dit que je me servais de pots percés de trous sur les côtés, et que je mettais au fond des pots une première couche formée de morceaux de briques. Grâce à cette disposition, le sous-sol est aéré, les racines peuvent s'étendre librement. Il se forme une quantité de chevelu considérable. Admettons cependant qu'on n'attache pas d'importance à ce détail. Supposons qu'au lieu d'un pot de terre poreuse, on opère dans un pot de porcelaine ou de terre compacte, dans un creuset, ce qui est, pour le dire en passant, une idée tout à fait malheureuse; supposons enfin qu'on supprime la couche inférieure de brique, et les trous dont les parois des pots étaient percées et par lesquels les racines avaient une issue. Qu'arrivera-t-il? L'expérience ne réussira pas. Il ne se produira pas d'absorption sensible d'azote. Le poids de la récolte ne sera que moitié ou un tiers de la récolte obtenue dans les premières conditions.

A l'appui de mon assertion, je rapporterai une expérience faite cette année même.

Voulant étudier l'action des matières salines sur la culture du blé, j'ai préparé un certain nombre de pots, et pour apprécier l'influence des matières salines que les pots et la brique pourraient céder à l'eau, j'ai fait chaque ex-

périence en double : une fois en opérant à la manière ordinaire, une autre fois en opérant d'après le conseil de M. Chevreul dans des pots de toile. J'omets les soins avec lesquels la toile avait été lavée. Chaque pot de cette série était placé sur une lame de verre ; celle-ci était posée sur quatre petits morceaux de faïence. Chaque pot était dans une cuvette séparée, qui contenait 1 litre d'eau distillée.

Dans les deux cas, les matières salines, le sable et l'eau étaient absolument les mêmes. Tout, dans les deux expériences, était semblable, à cette différence près que dans un cas les racines traversaient un sous-sol aéré pour se rendre dans l'eau de la cuvette, et que dans l'autre cas elles ne pouvaient sortir de la toile. Ce changement, en apparence bien infime, a suffi néanmoins pour changer complétement le sens du résultat, comme on peut s'en convaincre par les chiffres suivants :

VÉGÉTATION DANS LES POTS PRÉPARÉS A LA MANIÈRE ORDINAIRE.

	I.		AZOTE.
	gr.		
Paille	4,18	6gr,25	0gr,032
Racines	2,08		
37 grains	1,38		0gr,021
	7,64		0gr,053
Azote tiré de la semence			0gr,016
Azote de l'air			0gr,037

	I.		AZOTE.
	gr.		
Paille	4,69	6gr,75	0gr,033
Racines	2,06		
49 grains	1,88		0gr,028
	8,63		0gr,061
Azote de la semence			0gr,016
Azote tiré de l'air			0gr,045

DANS LES POTS DE TOILE.

I.	gr.		AZOTE.
Paille	1,95	3gr,29	0gr,016
Racines	1,36		
4 grains	0,11		0gr,002
	3,58		0gr,018

Azote de la semence	0gr,016
Azote tiré de l'air	0gr,002

II.	gr.		AZOTE.
Paille	2,39	3gr,89	0gr,023
Racines	1,50		
9 grains	0,17		0gr,003
	4,65		0gr,026

Azote de la semence	0gr,016
Azote tiré de l'air	0gr,010

On trouvera dans l'opuscule in-8 que j'ai publié en 1837, la photographie de ces deux cultures.

Je passe à l'expérience sur le tabac :

On prépare les pots exactement comme pour le blé. On met dans chaque pot 600 grammes de brique en fragments, 1000 grammes de sable mouillé avec 125 grammes d'eau distillée, et on y ajoute les matières salines déjà indiquées pour le blé à la page 281. Seulement, au lieu de mettre le silicate de potasse et de soude dans l'eau de la cuvette, on les mêle dans un mortier de porcelaine avec les autres minéraux.

En 1855, j'ai fait sur le tabac, deux expériences dont l'une a manqué, mais dont l'autre a donné des résultats très-remarquables avec le mélange suivant, que je n'ai plus employé depuis :

	gr.
Chaux caustique	3,00
Magnésie	0,90
Chlorure de sodium	0,20
Phosphate de chaux	0,80

Oxyde de fer.	0,40
Sulfate de chaux.	0,50

Dans l'eau de la cuvette :

Bicarbonate de potasse.	2,00

Lorsqu'on emploie le bicarbonate de potasse, il faut de toute nécessité que les pots soient de terre poreuse, afin que la capillarité de la paroi extérieure prélève sur la dissolution une partie du sel ou potasse, qui y revient par portions à la suite de chaque arrosage.

L'action diminutrice de la paroi du pot est si rapide, qu'au bout de la première semaine elle est couverte d'une efflorescence blanche.

Le mois de juin est l'époque la plus favorable pour la culture du tabac. Il faut donc faire les semis au mois de mars. Pour ces semis, la terre de jardin vaut mieux que le terreau. J'ai l'habitude de faire cinq ou six semis à dix jours d'intervalle ; de cette manière on est sûr d'avoir des plantes au point convenable lorsque le moment de commencer l'expérience est venu. Il va sans dire qu'on doit garder les semis dans une serre.

Lorsque les tabacs ont acquis le poids de 5 à 6 grammes (à l'état vert), le moment de les transplanter est venu. Deux jours d'avance, on cesse de les arroser, et pendant la soirée du second jour, on les enlève du sol sur une motte de terre, dont on détache la plus grande partie à la main, pour enlever les dernières parcelles de terre; on trempe la racine dans une dissolution faite avec :

	gr.
Nitre.	1,00
Eau distillée.	100,00

On prend le poids de la plante en cet état, et on la repique immédiatement dans le pot, préparé comme il a été dit. A cet effet, on fait un trou au milieu du sable avec une

fourchette, on étale les racines le plus possible, puis on les recouvre avec du sable qu'on tasse modérément, et on arrose le pied de la plante avec 40 grammes d'eau distillée.

Lorsqu'on a préparé ainsi huit à dix pots, on les porte dans un lieu abrité, on recouvre chaque pot avec un manchon de verre, et on étend sur les manchons des serviettes trempées dans l'eau. La première nuit se passe très-bien. Le lendemain les plantes sont aussi fraîches, aussi vivaces que la veille. On les tient ainsi pendant trois ou quatre jours à l'abri du soleil, et toujours recouvertes par des linges mouillés. L'action du soleil leur serait funeste. S'il arrive, malgré toutes ces précautions, que quelques feuilles s'infléchissent, on les relève au moyen d'un fétu de paille qu'on enfonce dans le sable, afin que le pétiole ne se fatigue pas. Presque toujours les feuilles, en parties fanées, reprennent et se raniment comme le reste de la plante. Dans la soirée du quatrième jour, on choisit les pots qui ont le meilleur aspect, et on les introduit dans la cage qui leur est destinée.

On met l'aspirateur en marche. L'expérience est commencée.

Les premiers jours exigent beaucoup de surveillance. Il faut écarter l'action du soleil non-seulement au moyen de rideaux tendus au-dessus des appareils, mais encore au moyen de linges qu'on entretient mouillés, et par lesquels on prévient les mauvais effets d'une trop grande élévation de température ; même lorsque l'expérience est en train depuis un mois ou deux, il faut avoir recours à ce moyen pendant les chaudes journées d'été.

En procédant comme je viens de le dire, on ne manque pas une expérience sur dix. Depuis l'année dernière, sur vingt-trois que j'ai exécutées une seule a manqué.

Au lieu d'attendre quatre jours avant d'introduire les

plantes dans l'appareil, on peut les introduire immédiatement après le repiquage ; mais on se prive alors du bénéfice de choisir celles qui ont le mieux repris : dans ce cas, il faut s'astreindre à couvrir pendant plusieurs jours les cages vitrées avec des rideaux mouillés.

L'emploi d'une dissolution nitrée pour laver les racines offre de grands avantages et n'a aucun inconvénient. Pour savoir combien les racines de chaque plante ont prélevé d'azote, j'ai l'habitude de placer 100 grammes de la dissolution dans autant de verres séparés que je dois repiquer de plantes. Après le repiquage, chaque dissolution est jetée sur un filtre, le résidu terreux lavé à l'eau distillée, et le nitre de la dissolution dosé au moyen de l'hydrogène sulfuré et de la chaux sodée. La moyenne de huit déterminations s'est élevée à 0gr,0015 d'azote par plante. L'expérience réussit encore en repiquant les plantes sans laver les racines. Alors on se borne à détacher le sable qui y est adhérent avec un pinceau de blaireau.

En opérant sur des tabacs dont les racines n'avaient pas été lavées, j'ai obtenu, en 1855, les résultats suivants : (*)

	TABACS REPIQUÉS DESSÉCHÉS A 100 DEGRÉS.	AZOTE.	RÉCOLTE DESSÉCHÉE A 100 DEGRÉS	AZOTE.
	gr.	gr.	gr.	gr.
1.	0,45	0,019	5,77	0,127
2.	0,29	0,012	5,85	0,117
Tabacs repiqués. . .	0,74	»	Récolte. . . 11,62	»
Totalité de l'azote.		0,031	Totalité de l'azote. .	0,244

Poids des récoltes formées dans la cloche 10gr,880
Azote tiré de l'air. 0gr,213

(*) On avait ajouté au sable de chaque pot 3 grammes de cendres de colza.

Les deux cultures avaient lieu dans la même cloche, elles ont commencé le 7 août et fini le 6 octobre.

En 1856, j'ai fait les quatre expériences suivantes :

	TABACS REPIQUÉS DESSÉCHÉS A 100 DEGRÉS.	AZOTE.	RÉCOLTE DESSÉCHÉE A 100 DEGRÉS.	AZOTE.
	gr.	gr.	gr.	gr.
1.	0,62	0.018	6.96	0,068
2.	0,30	0.010	4.65	0.054
3.	0,26	0.009	9,81	0.100
4.	0,54	0,016	1,81	0.018
Tabacs repiqués. . .	1,71	»	Récolte. . . 23,27	»
Totalité de l'azote.		0.053	Totalité de l'azote. .	0,240

Poids des récoltes formées dans la cloche. 21gr,830
Azote tiré de l'air. 0gr,187

L'expérience a commencé le 12 juin et fini le 20 septembre. A partir du 20 août, les plantes ont plutôt perdu que gagné. Les feuilles se sont étiolées, et celles du pied n° 3 se sont couvertes de moisissures. Il n'est pas douteux que la récolte n'eût été plus azotée si je l'eusse faite plus tôt.

Ainsi voilà deux expériences dans lesquelles un seul pot accuse jusqu'à 0gr,127 d'azote.

Ces expériences ont été faites avec une régularité idéale.

Pour apprécier toute la valeur de ces résultats, il faut les rapprocher de ceux obtenus avec le blé. Avec le blé cultivé à l'air libre dans du sable calciné sans addition d'aucune matière azotée (Expérience I, page 243); l'excédant d'azote accusé par la récolte est de 0gr,040. Cet excédant s'élève à 0gr,090 lorsqu'on ajoute au sable 0gr,792 de nitre (Expérience J, page 243). En opérant dans un pot semblable avec le même sable et la même eau, dans un appareil fermé, dans lequel l'air extérieur ne pénètre qu'après avoir subi

l'action énergique d'un lavage à l'acide sulfurique et au bicarbonate de soude, l'excédant d'azote accusé par un seul pot peut s'élever jusqu'à $0^{gr},127$, et celui de toute l'expérience à $0^{gr},213$; quelle objection peut-on élever contre ce résultat que l'expérience sur le blé ne puisse réfuter aussitôt?

J'ai parlé en commençant des variations auxquelles les colzas peuvent donner lieu. Le tabac n'est pas moins remarquable sous ce rapport.

En 1851, un pied de tabac pesant $0^{gr},084$ a produit $22^{gr},43$ de récolte.

En 1855, un pied de tabac du poids de $0^{gr},29$ a produit $4^{gr},85$ de récolte.

Ainsi, dans un cas le poids de la récolte égale 280 fois la semence, et dans l'autre cas elle ne s'élève qu'à 98 fois.

Mais d'un autre côté, la récolte de 1851 contient 0,73 d'azote pour 100, et celle de 1855, 2 pour 100.

En 1855, l'absorption de l'azote suit, d'une manière ascendante et progressive, le développement des plantes jusqu'au terme de l'expérience; tandis qu'en 1851 l'absorption de l'azote s'arrête et le développement de la plante continue.

L'expérience de 1856, comparée à celle de 1855, donne lieu à des remarques non moins intéressantes.

Du 12 juin au 10 juillet, les quatre tabacs n'ont pas prospéré du tout, les feuilles étaient étiolées. Je commençais à désespérer du résultat, mais à partir du 10 juillet les choses ont changé; les plantes ont reverdi, puis elles ont pris un développement rapide, et finalement l'une d'elles s'est élevée jusqu'à $0^{m},80$ de haut. En 1855, aucune feuille ne s'était étiolée; en 1856, elles se sont toutes flétries et desséchées. A partir du 20 août, elles ont plutôt perdu

que gagné. J'ai voulu cependant prolonger l'expérience jusqu'au 20 septembre.

Que signifient ces différences et quelle peut en être la cause?

Cette fois du moins je puis répondre à cette question. Tous les effets que je viens de décrire dépendent de la température.

Entre 20 et 25°, le tabac prospère. Son développement est un peu lent, mais il est continu. Dans ces conditions la plante pousse et aucune de ses feuilles ne se flétrit. Au-dessus de 25° la végétation est plus active. Mais alors l'atmosphère ne suffit plus au développement des plantes; il y a résorption des feuilles les plus anciennes au profit des nouvelles. Entre 15 et 20° les tabacs ne prospèrent plus; les feuilles s'étiolent, le centre reste vert, mais la plante ne pousse pas: les feuilles inférieures se flétrissent. Une plante qui est dans cet état, et qu'on soumet brusquement à une température de 35°, se ranime. Les feuilles inférieures se flétrissent toutes, et sur cette première plante, il en pousse une nouvelle, chargée de feuilles d'un beau vert. On dirait qu'une nouvelle plante a été implantée sur la première.

Je dis que tous ces effets sont dus à la température. Du 12 juin au 12 juillet, la végétation est stationnaire. La température diurne de cette période est en moyenne de 19°.

A partir du 12 juillet, la végétation se ranime: la température monte à 25°; à partir du 15 août, elle se rapetit: la température descend à 18° (*).

On comprend que les plantes venues dans des condi-

(*) M. Pepin, l'habile directeur des cultures au Jardin des Plantes, au-

tions si dissemblables doivent présenter de notables différences dans leur composition. Il est, en effet, bien difficile d'admettre que la nutrition se fait de même lorsque la végétation suit un cours régulier et non interrompu, que lorsqu'elle éprouve des intermittences suivies de périodes d'activité. Dans le sable calciné, ces effets sont plus tranchés que dans la bonne terre, parce que, dans le sable, il faut que la plante tire tout d'elle-même ou de l'atmosphère.

J'ai reproduit, cette année, tous ces effets en plaçant des pieds de tabac, repiqués en même temps, dans des serres inégalement chauffées.

Je le répète, les deux expériences sur le tabac que j'ai rapportées page 289, sont pour moi à l'abri de toute critique, et je suis sûr que quiconque voudra les reprendre obtiendra les mêmes résultats que moi, s'il consent à se placer dans les mêmes conditions.

Autrefois, pour arroser les plantes je me bornais à faire plonger les pots dans une nappe d'eau distillée; aujourd'hui je complète cette disposition en plaçant, au centre de la cloche, une pomme d'arrosoir dont le tuyau d'alimentation

---

quel j'avais communiqué les observations précédentes, m'écrivait à la date du 5 août :

« Lorsque j'eus l'avantage de vous voir au Jardin, le 10 du mois de juillet « dernier, je vous ai fait remarquer l'état dans lequel se trouvaient nos « plantes exotiques. Les espèces herbacées comme les ligneuses ne lais- « saient voir aucune végétation. Les plants de la famille des Composées, « Solanées, Labiées, Liliacées, Malvacées, Apocynées, Légumineuses, etc., ne « semblaient pas devoir se développer, au point que je ne comptais pas sur « la récolte de plusieurs espèces annuelles; mais depuis le 23, et surtout « le 26 juillet, elles ont complétement changé de facies, au point que plu- « sieurs d'entre elles sont en fleurs, et d'autres ont prolongé leur tige de « plus de 0m40. Il est bon de vous dire qu'elles ont été arrosées chaque « jour, et que, grâce à la chaleur, cela n'a pas peu contribué à cette végé- « tation tropicale. »

communique avec l'extérieur, et par lequel, au moyen d'une seringue, on peut injecter de l'eau distillée sous forme de pluie.

Enfin, d'une manière générale, il vaut mieux opérer sur des tabacs qui pèsent moins de 6 grammes que sur des tabacs qui pèsent plus ; l'expérience réussit mieux, et, à égalité de récolte, le résultat est plus avantageux. En effet, un tabac qui pèse 6 grammes (à l'état vert) peut produire autant qu'un tabac qui pèse 15 à 20 grammes.

On le voit, à mesure que les expériences se multiplient, nos premières conclusions se raffermissent. Ce n'est plus par un seul mode d'expérimentation qu'on peut démontrer la faculté que les végétaux possèdent d'absorber l'azote de l'air, mais par trois modes différents : en opérant dans un appareil fermé qui met les plantes à l'abri de tout principe azoté autre que l'azote gazeux (Expériences des tabacs, pages 54 et suiv.) ; en opérant à l'air libre, à la fois dans un sol privé d'azote et dans un sol nitré (Expériences des blés, page 243), ou bien enfin en opérant avec le secours d'une matière azotée, dont la décomposition fait naître un dégagement d'ammoniaque et d'azote. (Expériences des blés, pages 264 et suiv.). Dans ces trois cas, l'expérience accuse un excédant d'azote qu'une absorption directe de l'azote gazeux de l'air peut seule expliquer. Et si, comme confirmation de ce résultat, nous invoquons le témoignage des phénomènes naturels, leur réponse, conforme à nos déductions, atteste l'exactitude de nos expériences. Toute question théorique mise de côté, personne ne peut contester les quantités considérables d'azote tirées de l'atmosphère par le règne végétal. Veut-on que cette absorption se fasse aux dépens des traces d'ammoniaque

répandues dans l'air? Je le concède volontiers; mais alors je demande pourquoi les expériences qu'on m'oppose, faites toutes à l'air libre, fournissent toujours des résultats négatifs? pourquoi l'action qu'on attribue à l'ammoniaque contenue dans l'air ne se fait pas sentir sur les plantes de ces expériences? Veut-on que ces expériences soient irréprochables et concluantes? Alors je demande d'où vient l'excédant d'azote que, de l'aveu de tout le monde, les récoltes de nos champs tirent de l'air? Pour moi, je ne vois pas d'issue pour sortir de ce dilemme.

On l'a tenté cependant, et pour cela on a dit: Nous convenons que l'air contient trop peu d'ammoniaque pour que ce gaz agisse par une absorption immédiate et directe. Aussi n'est-ce point ainsi que les choses se passent. Pour agir, il faut que l'ammoniaque soit préalablement dissoute dans l'eau de la pluie; et une des fonctions les plus importantes de ce météore, c'est précisément de condenser au profit des plantes les faibles traces d'ammoniaque qui sont répandues dans l'air.

A cela nous répondrons: En Alsace, 1 hectare de luzerne produit en moyenne 8804 kilogrammes de fourrage, dans lequel l'analyse accuse, au dire de M. Boussingault, 175 kilogrammes d'azote de plus que dans le fumier employé. D'un autre côté, aux environs de Strasbourg, il tombe dans le cours d'une année 680 millimètres de pluie, laquelle contient en moyenne $0^{gr},00052$ d'ammoniaque par litre, ce qui porte la totalité de l'ammoniaque tombée sur 1 hectare à $3^{kil},54$, soit $2^{kil},92$ d'azote. Mais à l'aide de $2^{kil},92$ d'azote ayant la pluie pour véhicule, on ne peut expliquer l'excédant de 175 kilogrammes accusé par la récolte de luzerne, quantité qui, pour le dire en passant, est un minimum.

Pour lever cette nouvelle difficulté, on a dit : L'air ne contient pas seulement de l'ammoniaque, il contient aussi des nitrates formés par le jeu des actions électriques dont l'atmosphère est le siége. Admettons cette supposition nouvelle. D'après M. Filhol, l'eau de pluie contient en moyenne $0^{gr},0005$ d'azote par litre sous ce nouvel état. Aux $2^{kil},92$ d'azote fournis par l'ammoniaque, ajoutons donc encore 3 kilogrammes pour les nitrates, c'est un total de 6 kilogrammes. En sommes-nous plus avancés? Mais nous irons plus loin. Nous admettrons que la pluie déverse chaque année sur le sol 40, 50, 175 kilogr. d'azote, la supposition sera encore insuffisante. En effet, lorsque nous disons que la luzerne a tiré de l'atmosphère 175 kilogrammes d'azote par hectare, nous admettons implicitement que la totalité de l'azote du fumier a été absorbée par elle. Mais cette supposition est une hypothèse démentie par les faits, car nous savons que le fumier perd une partie notable de son azote sans profit pour les plantes, que cette perte se fait partie à l'état d'azote gazeux et partie à l'état d'ammoniaque. Nous savons de plus qu'une fraction importante de fumier reste dans le sol, à l'état de résidu non décomposé. Il résulte donc de là qu'une partie seulement de l'azote du fumier a servi à la nutrition des plantes : mais si nous ne pouvions expliquer l'excédant de l'azote accusé par la récolte, en admettant l'absorption totale de l'azote du fumier, comment expliquerons-nous cet excédant lorsqu'il est nous démontré que l'absorption de l'azote du fumier n'a été que partielle?

Reconnaissons-le donc, les phénomènes naturels, d'accord sur ce point avec nos expériences, attestent un excédant d'azote, qu'une assimilation immédiate et directe de ce gaz peut seule expliquer. Mais, si nous ne pouvons contester la réalité de cette assimilation, pouvons-nous pres-

sentir le jeu des réactions qui la déterminent? Pour mon compte, voici comment le mécanisme de cette absorption se présente à mon esprit.

L'azote est dépourvu de toute affinité active ou spontanée; cependant, dans l'état où l'air le contient, il peut produire plusieurs combinaisons énergiques. En présence de l'hydrogène à l'état naissant, il donne lieu à une formation d'ammoniaque; si on substitue à l'hydrogène de l'oxygène aussi à l'état naissant, il se forme de l'acide nitrique.

D'un autre côté, les plantes absorbent et décomposent l'acide carbonique de l'air; chaque feuille est le siége d'une production presque incessante d'oxygène et de carbone à l'état naissant; pourquoi l'azote que la séve fait affluer vers les feuilles ne se combinerait-il pas avec ces deux corps, lorsque nous voyons l'azote de l'air se combiner avec l'oxygène que les feuilles dégagent pour former de l'acide azotique (DE LUCA)?

A ce premier fait nous devons en ajouter un autre. La séve de certains champignons jouit de la propriété d'ozoniser l'oxygène de l'air, et jusqu'à présent rien ne nous prouve que ce fait soit spécial aux champignons; mais en nous bornant à ces végétaux, est-il probable que l'azote dissous dans la séve ne subit aucune action de la part de l'oxygène ozonisé avec lequel il est mêlé, lorsque nous savons que cette séve contient des alcalis, et traverse des tissus dont l'état de porosité dépasse celui de la mousse de platine, si apte cependant à favoriser les combinaisons?

A côté du fait incontestable d'une assimilation directe de l'azote à l'état de gaz, la science nous offre donc, sans sortir des lois les mieux établies de l'affinité, les moyens de la comprendre et de l'expliquer; mais l'explication que nous proposons, fût-elle insuffisante ou même erronée, cela

ne changerait rien aux résultats des expériences rapportées dans ce Mémoire, qui, toutes, accusent un excédant d'azote, que ni l'ammoniaque de l'air, ni la supposition inadmissible d'une nitrification spontanée, ne peuvent expliquer.

Comme conclusion de tout ce qui précède, je me résume dans les propositions suivantes :

1° Les plantes assimilent l'azote à l'état de gaz élémentaire; on peut prouver cette assimilation de trois manières différentes :

a. Par la culture de certaines plantes dans un sol pur de toute substance azotée, et dans une atmosphère artificielle, privée de toute ammoniaque et de tous corpuscules étrangers.

b. En cultivant simultanément à l'air libre du blé, avec et sans le secours du nitre.

c. En substituant au nitre un engrais azoté.

2° Les nitrates agissent par l'azote de leur acide. L'absorption de ces sels est immédiate et directe.

3° A égalité d'azote, le nitre agit plus que les sels ammoniacaux (*).

4° Toute matière de nature organique qui est en voie de décomposition perd une partie de son azote à l'état d'azote gazeux, et on peut fonder sur cette décomposition une preuve de plus en faveur de la faculté que les végétaux possèdent d'absorber et de s'assimiler ce gaz.

(*) Jusqu'ici l'expérience n'a été faite que sur le blé et le colza.

DES RAPPORTS ACADÉMIQUES
DONT LES ÉTUDES QUI PRÉCÈDENT ONT ÉTÉ L'OBJET

L'origine de l'azote dans les végétaux a été en France l'objet d'une longue controverse, entre M. Boussingault et l'auteur de ces études. Après avoir introduit dans la science, contrairement aux opinions de Saussure, cette donnée nouvelle que l'azote élémentaire est assimilé par les végétaux et que dans cet ordre d'idées, l'azote atmosphérique joue un rôle de premier ordre dans la nutrition végétale, par un revirement d'opinion dont il a gardé pour lui seul le secret, M. Boussingault en vint tout à coup à défendre la thèse contraire. Il n'a jamais répudié cependant ses premiers travaux, et il semble que ses efforts tendent aujourd'hui à concilier les anciens avec les nouveaux.

Je n'ai pas l'intention de faire en ce moment l'histoire de cette discussion. Je réserve cette tâche pour le second volume de ces Mémoires. Je remonterai alors à l'origine du débat, et j'en suivrai le développement jusqu'à l'époque actuelle.

Ce n'est pas seulement pour défendre mes travaux contre des critiques passionnées et sans valeur que je me livrerai à cette histoire rétrospective, c'est surtout pour asseoir la première assise de la science de la production végétale.

Tant que l'on n'est pas fixé sur l'origine de l'azote dans les végétaux, sur les formes variables sous lesquelles il est assimilé, sous les sources différentes dont il provient, il est impossible de comprendre, dans la variété de ses manifestations, le travail de la production végétale et de s'élever à une théorie générale, rationnelle et sensée de la production agricole. C'est donc un point qu'il faut mettre en pleine lumière, et il est d'autant plus urgent de le faire qu'on semble avoir pris à tâche d'embrouiller comme à plaisir le sujet. Ce travail, facile au fond, est pourtant infiniment délicat, à cause des questions personnelles qui s'y rattachent. J'ai eu le tort de ne pas présenter dès l'origine une réfutation en règle et détaillée de tout ce que M. Boussingault a écrit là-dessus, de relever, à mesure qu'elles se sont produites, les incroyables variations par lesquelles il a passé; mais mon silence aura eu cependant cet avantage de laisser MURIR la question. Aujourd'hui, on peut l'embrasser dans son ensemble, ce qu'on aurait pas pu faire autrefois. Les arguments de circonstance se sont réfutés d'eux-mêmes : la discussion y gagnera en clarté et en précision.

Mais comme anticipation des résultats de cette discussion, je crois dès à présent devoir publier les rapports dont ces recherches ont été l'objet. J'appelle sur eux l'attention toute spéciale des esprits sérieux et indépendants. Comme question de fait, ils y trouveront la preuve que mes conclusions sont justes et légitimes, — que si les questions qui s'y rattachent ont été obscurcies ou dénaturées par l'esprit d'une coterie bruyante, qui a toujours réglé ses opinions sur ses intérêts, le moment est enfin venu de faire la lumière. La discussion rétrospective que j'annonce ne peut plus être ajournée. Les questions agricoles ont pris dans ces derniers temps une importance inattendue.

Cette importance est appelée à grandir tous les jours. Or, tant que la question de l'azote n'est pas résolue, il est impossible de comprendre le jeu des influences qui règlent la production des végétaux et d'asseoir sur une base certaine une science d'ensemble comprenant les moyens d'exploiter le sol.

Les recherches qui précèdent forment deux séries distinctes. La première s'étend de 1849 à 1852 (*). Elle a fait l'objet de mes premières publications, qui embrassent trois questions principales : le dosage de l'ammoniaque contenu dans l'air; — l'assimilation de l'azote élémentaire de l'air par les végétaux; — l'étude des effets produits par une addition d'ammoniaque aux éléments naturels de l'atmosphère (pages 72 et suivante).

De ces trois questions, la seconde, c'est-à-dire l'assimilation de l'azote de l'air, est devenue, au sein de l'Académie des sciences, l'objet d'un rapport de l'honorable M. Chevreul, portant la parole au nom d'une commission composée de MM. Dumas, Regnault, Payen, Péligot, Decaisne. J'appelle très-expressément l'attention du lecteur sur cet important document.

Quand on sait combien les corps savants soutiennent leurs membres contre les dissentiments étrangers, ce rapport acquiert une extrême importance. S'il n'a pas dit tout ce qu'on aurait pu dire, il prouve du moins que lorsqu'on sert la cause de la vérité avec désintéressement, on obtient des adhésions qui suffisent pour nous faire attendre sans défaillance le jour de la pleine justice.

(*) Ces recherches ont été publiées sous forme d'extraits dans les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences, 1850, t. XXIX, p. 578; 1852, t. XXXV, p. 464; 1852, t. XXXV, p. 650; 1853, *Recherches expérimentales sur la végétation*. Petit in-folio, chez Victor Masson; 1854, *Comptes rendus* de l'Académie des sciences, t. XXXVIII, p. 705 et 723.

RAPPORT DE M. CHEVREUL[1]

L'Académie nous a chargés, MM. Dumas, Regnault, Payen, Decaisne, Péligot et moi, d'examiner un travail d'après lequel M. Georges Ville a conclu que l'azote élémentaire des plantes ne provient pas seulement de l'ammoniaque que contiennent les engrais, l'atmosphère et les eaux, mais encore de l'azote libre de l'air. Ce simple énoncé fait sentir l'importance du sujet que M. Ville a traité, et l'opinion contraire à la sienne professée par des savants distingués en accroît encore l'intérêt.

S'il était nécessaire de montrer les difficultés de travaux dont l'objet se rattache à la question de l'origine de l'azote dans les végétaux, il suffirait de rappeler sans doute le résumé rapide de ces travaux, soit que leurs auteurs aient recherché directement cette origine, ou qu'ils ne s'en soient occupés qu'à l'occasion de travaux entrepris dans un tout autre but.

Priestley, en soumettant des plantes au contact de différents gaz, crut observer l'absorption de l'azote par quelques-unes, et principalement par l'*Epilobium hirsutum* [2] (1779). Priestley avait reconnu, dès le 17 d'août 1771, qu'une menthe rétablit la pureté de l'air qui a été vicié par la combustion d'une bougie ou la respiration [3]; mais il n'avait pas observé la nécessité de la lumière solaire pour que cette purification ait lieu. Ce fut Ingenhousz qui la reconnut en 1779; et comme Priestley, il pensa que les plantes absorbent le gaz azote avec lequel on les met en contact.

Mais Théodore de Saussure, dans ses nombreuses recherches sur la végétation, n'ayant jamais observé cette absorption, combattit l'opinion de Priestley, comme au reste l'avaient fait déjà Senebier et Woodhouse.

Théodore de Saussure attribua l'origine de l'azote des végétaux à

---

(1) *Comptes rendus* de l'Académie des sciences, t. XLI, p. 757, 1855.

(2) *Expériences et observations sur différentes branches de la physique*, t. II, p. 84, et t. III, p. 8. (Traduction de Gibelin.)

(3) *Expériences et observations sur différentes espèces d'air*, t. I, p. 63, 111, etc.

l'ammoniaque des engrais, de l'air, des eaux, et à celui d'autres composés azotés solubles; il fit, de plus, la remarque importante que les plantes qui végètent dans une atmosphère non renouvelée à l'aide d'une petite quantité d'eau pure, n'acquièrent pas d'azote; seulement les parties qui se développent dans cette condition absorbent l'azote des parties qui s'étaient formées antérieurement à l'expérience [1].

M. Boussingault présenta à l'Académie, le 22 de janvier 1838, un Mémoire dont l'objet était de démontrer que l'azote de l'air peut être ASSIMILÉ AUX PLANTES DURANT LA VÉGÉTATION.

Il fit deux séries d'expériences sur le trèfle. Dans la première série, les plantes végétaient dans du sable calciné humecté que contenaient des vases de porcelaine déposés dans un pavillon situé à l'extrémité d'un grand jardin.

Après une végétation de trois mois, le poids de la récolte sèche et privée de cendre était $4^{gr},106$; le poids des semences privées de cendre était $1^{gr},586$. Donc la récolte était à la semence :: 1 : $2^{gr},59$. La quantité d'azote de la récolte surpassait celle de l'azote des semences de $0^{gr},042$.

M. Boussingault, craignant que l'on n'attribuât l'excès de l'azote à des poussières transmises au trèfle par l'air, et qui auraient agi comme un engrais azoté, procéda à la seconde série d'expériences. Il opéra dans un appareil muni d'un aspirateur, où les poussières s'arrêtaient avant d'arriver à la cloche. La végétation ne dura que le mois d'octobre. Cette fois, l'excès de l'azote de la récolte sur celui de la semence ne fut que de $0^{gr},008$; mais M. Boussingault considéra ce résultat comme confirmatif du premier.

Dans un second Mémoire, M. Boussingault fit voir que les pois se comportaient comme le trèfle.

M. Liebig, de 1839 à 1840, n'admit pas la fixation de l'azote de l'air par les plantes : conformément à l'opinion de Th. de Saussure, il considéra l'ammoniaque comme la source de l'azote dans les végétaux. Évidemment, à ses yeux, ce composé est, pour la source de l'azote, ce que l'acide carbonique est pour celle du carbone.

De 1851 à 1855, M. Boussingault se livra à de nouvelles expériences sur l'origine de l'azote dans les végétaux, et cette fois il conclut que les plantes n'augmentent point la quantité d'azote de leurs semences, lorsqu'elles se développent dans des atmosphères confinées

---

[1] *Recherches sur la végétation*, p. 207.

desquelles l'ammoniaque et les engrais azotés sont exclus. En définitive, il revient à l'opinion de Th. de Saussure et de Liebig. Voici le résumé de ces deux derniers Mémoires

Premier Mémoire (1).— Il décrit un appareil où une plante vit dans une atmosphère qui n'est pas renouvelée. Il insiste sur la nécessité, pour déterminer la quantité d'azote, de soumettre la récolte entière à l'analyse. Il fait remarquer qu'il a toujours obtenu un nombre de plantes égal au nombre de graines qu'il a semées.

Il conclut d'une première série de deux expériences faites en 1851, d'une deuxième série de trois expériences faites en 1852, et d'une troisième série de huit expériences faites en 1853, que le gaz azote n'a pas été assimilé pendant la végétation des haricots, de l'avoine, du cresson et des lupins.

Second Mémoire (2). — M. Boussingault décrit une expérience dont le but est de démontrer que la végétation d'une plante peut être normale dans une atmosphère limitée, lorsque le sol renferme les éléments nécessaires à la végétation.

Enfin il recherche si, dans une atmosphère continuellement renouvelée, il y a fixation du gaz azote. Il expose les précautions qu'il a prises, le choix du sol et des cendres, la purification de l'air et de l'acide carbonique, la pureté de l'eau, etc.

Il conclut, d'après sept expériences faites sur le lupin, les haricots nains, le cresson alénois, qu'il n'y a pas eu fixation de gaz azote.

M. G. Ville commença ses recherches sur l'origine de l'azote des plantes à partir de l'année 1849, et depuis il n'a pas cessé de s'en occuper.

En 1850, en annonçant à l'Académie qu'il avait obtenu une belle végétation dans un sol stérile, il insista sur la probabilité de la fixation de l'azote par les végétaux pour former leurs principes immédiats organiques quaternaires, et il invita les savants que ce sujet intéresse à venir voir dans le jardin des Carmes deux appareils servant à des expériences comparatives.

Des plantes végétaient dans une cage vitrée où l'air atmosphérique parvenait au moyen d'un aspirateur, mêlé de 3 à 4 d'acide carbonique pour 100.

---

(1) *Annales de chimie et de physique*, IIIe série, t. XLI, p. 5.
(2) *Ibid.*, t. XLIII, p. 149.

Un second appareil, absolument semblable au premier et placé à côté, mais ne renfermant pas de plantes, servait à doser l'ammoniaque de l'atmosphère qui parvenait à la cloche, et donnait par conséquent celle qui était parvenue aux plantes de la première cage.

Eh bien, en ajoutant l'azote de cette ammoniaque à l'azote contenu dans les semences avant leur germination, on avait une quantité inférieure à celle de l'azote des plantes provenues de ces semences. Donc l'excès de ce dernier provenait de l'azote qui avait pénétré dans la cage à l'état d'air atmosphérique.

L'expérience dont nous parlons dura un an; mais l'auteur n'en communiqua les résultats à l'Académie qu'en 1852, après les avoir constatés dans un appareil monté à Grenelle, où cette fois l'air ne pénétrait dans la cage vitrée où se trouvaient les semences mises en expérience qu'après avoir perdu son ammoniaque.

M. Ville publia, en 1853, ses expériences dans un petit volume in-folio, avec les plus grands détails.

Dans une première partie, il décrit ses expériences pour le dosage de l'ammoniaque de l'air.

Dans une seconde, il décrit celles qui ont trait à la fixation de l'azote atmosphérique par les plantes.

Une troisième et une quatrième partie sont consacrées à l'influence des vapeurs de sous-carbonate d'ammoniaque sur la végétation, et de son emploi dans les serres.

Enfin un Appendice renferme tout ce qui concerne la construction des appareils, ainsi que les méthodes et les procédés qu'il a suivis.

En définitive, M. Ville conclut :

1° Que, dans une atmosphère stagnante, la quantité d'azote d'une récolte ne présente au plus que l'azote des semences.

En cela il partage l'opinion de Th. de Saussure et de M. Boussingault lui-même.

2° Mais qu'en opérant le développement des semences dans une cage vitrée plus ou moins grande, où l'air, privé d'ammoniaque, se renouvelle lentement après avoir reçu 2 volumes de gaz acide carbonique environ pour 98 volumes d'air, le résultat diffère tout à fait du précédent; car dans le premier cas, le poids de la semence est à celui de la récolte séchée :: 1 : 1,5 : 3,1, tandis que dans le second il peut être :: 1 : 40 et plus.

Comme nous l'avons vu, M. Boussingault ayant communiqué à l'Académie de 1851 à 1853 des recherches dans lesquelles il con-

cluait, contrairement à l'opinion de M. Ville, que les plantes ne fixent pas le gaz azote de l'atmosphère, ce jeune savant présenta à l'Académie une Note dans laquelle il combattait. à son tour, l'opinion de M. Boussingault en s'appuyant sur de nouveaux faits, notamment sur celui de l'identité de poids des récoltes obtenues en faisant usage, d'une part, d'eau distillée dépourvue d'azote, et, d'une autre part, de l'eau de pluie. Il offrit à l'Académie de répéter ses expériences devant une commission qu'elle nommerait.

La Commission à laquelle le travail de M. Ville fut renvoyé se décida à suivre une expérience que M. Ville ferait au Muséum d'histoire naturelle, assisté de M. Cloëz, préparateur du cours de chimie appliquée aux corps organiques. Elle prit toutes les précautions qu'elle jugea nécessaires pour qu'on pût connaître la vérité. Mais dans une expérience aussi compliquée, qui s'est prolongée des mois entiers en plein air, et où les circonstances ont été les moins favorables à cause de variations fréquentes de température, des vents et de violents orages, il ne faudra pas s'étonner de ce que ce Rapport pourra laisser à désirer sur quelques points : quoi qu'il en soit, rien, absolument rien de ce qui s'est passé ne sera dissimulé.

L'appareil que M. G. Ville monta au Muséum ressemblait à celui qu'il a décrit dans son ouvrage.

Une cage de verre de 150 litres de capacité recevait trois pots de terre cuite percés de trous. Le fond de chacun d'eux était garni de gros fragments de brique recouverte d'une couche de sable d'Étampes, faute de sable de Fontainebleau, qui est le plus convenable à l'expérience.

Dans ce sable on mit un nombre déterminé de graines de cresson. Les pots étaient placés au-dessus d'une couche d'eau qui, par capillarité, pénétrait le sable.

La cage de verre communiquait d'une part avec un aspirateur de 500 litres, et d'une autre part avec l'air de l'atmosphère et un réservoir de gaz acide carbonique. Mais l'air n'arrivait pas directement dans la cage, il passait dans deux flacons remplis d'acide sulfurique concentré, puis dans deux flacons remplis de ponce imprégnée d'acide sulfurique concentré; enfin dans deux flacons de carbonate de soude. C'est à sa sortie de ces flacons qu'il recevait 2 volumes de gaz acide carbonique pour 98 volumes d'air.

L'air, en vingt-quatre heures, se renouvelait huit fois dans l'appareil.

L'eau distillée dont le sable était humecté fut essayée, comme nous

le verrons, avant et après l'expérience. Elle provenait du laboratoire du Muséum, elle avait été préparée par M. Cloëz.

Les pots, les fragments de brique et le sable, après avoir été rougis, subirent un examen avant d'être introduits dans la cloche, afin de savoir s'ils contenaient de l'ammoniaque. 40 grammes chauffés avec la *chaux sodée* n'en donnèrent pas sensiblement à l'acide sulfurique dilué normal.

Enfin, on ajouta au sable des cendres de graines de cresson.

Avant d'exposer les résultats de l'expérience commencée le 4 d'août 1854 et terminée le 12 d'octobre de la même année, nous dirons quelques mots d'une expérience préalable, à la date du 18 de juillet, qu'un accident arrêta douze jours après.

Le 18 de juillet, on mit dans la cage vitrée quatre pots avec des graines de cresson. Ces pots reposaient sur une feuille de plomb placée au fond de la cage. Cette feuille avait été enduite d'une couche de blanc de zinc à l'huile de lin additionnée d'un siccatif et d'essence de térébenthine. Malheureusement, celle-ci n'étant pas complétement évaporée, il se produisit dans l'atmosphère de la cage une quantité de vapeur suffisante pour empêcher la germination de la plupart des graines et pour tuer celles qui commencèrent à germer.

Nous nous assurâmes, par une expérience directe, qu'en mettant dans une atmosphère limitée un chiffon imprégné de quelques gouttes d'essence de térébenthine, on empêche la germination, et l'on tue des graines qui viennent de germer. Nous en fîmes l'expérience, et depuis nous avons trouvé que Huber, de Genève, avait déjà observé le même fait (1).

Pour remédier à cet accident, on enleva la feuille de plomb, et sur le fond même de fer-blanc de la cage on appliqua une couche de cire fondue avec de l'huile de lin additionnée de litharge, puis on coula dessus successivement jusqu'à cinq couches de cire blanche pesant ensemble 3 kilogrammes. Malheureusement il se manifesta durant l'expérience, dans l'eau qui était en contact avec les matières grasses du fond de la cage, une odeur sensible de rance et un goût amer qui persistèrent jusqu'à la fin de l'expérience, quoique M. G. Ville remplaçât cette eau à diverses époques de l'expérience, comme nous allons le

(1) Mémoires sur l'influence de l'air et de diverses substances gazeuses dans la germination de différentes graines, par F. Huber et J. Senebier, page 99. (Paschoud, à Genève, 1801.)

voir. Toutes les eaux qui sortirent de la cloche furent conservées pour être examinées à la fin de l'expérience.

4 d'août. — On met dans la cage vitrée trois pots : un grand n° 1 et deux autres petits n°s 2 et 3.

Le n° 1, outre les fragments de brique qui étaient au fond, reçut 2000 grammes de sable d'Étampes et 6 grammes de cendre de graines de cresson. On y sema 158 graines de cresson pesant 0gr,319 et représentant 0gr,0099 d'azote.

Le n° 2, disposé comme le précédent, reçut 500 grammes de sable et 2 grammes de cendre. On y sema 60 graines de cresson pesant 0gr,124 et représentant 0gr,0038 d'azote.

Le n° 3, disposé comme les précédents, reçut 500 grammes de sable et 2 grammes de cendre. On y sema 60 grains de cresson pesant 0gr,1275 et représentant 0gr,0039 d'azote.

7. Germination d'un grand nombre de graines.

8. Extraction de l'eau de la cage de verre au moyen d'un robinet placé au fond de la cage. — Introduction de nouvelle eau distillée.

9 et 10. Renouvellement de l'eau dans la cage. — Addition de 1 gramme de cendre de graines de cresson, et renouvellement de l'eau.

11. On ouvre la cage afin d'enfoncer un peu le pot n° 1, et relever légèrement les pots n°s 2 et 3. On ajoute du sable sec.

La germination est satisfaisante, mais elle est plus belle dans les pots 2 et 3 que dans le pot n° 1. — Renouvellement de l'eau.

14. Renouvellement de l'eau.

16. Renouvellement de l'eau.

17. Renouvellement de l'eau.

19. Renouvellement de l'eau. — La cloche est ouverte, les feuilles inférieures commencent à jaunir sur plusieurs pieds.

21. Végétation meilleure dans les pots 2 et 3 que dans le pot 1.

26. Renouvellement de l'eau. — Plantes du n° 1, souffrantes; — plantes du n° 2, très-belles; — plantes du n° 3, belles.

4 de septembre. — Plantes du 1, elles vont très-mal; — plantes du n° 2, très-belles, commencent à monter; — plantes du n° 3, médiocres.

13 de septembre. — Renouvellement de l'eau pour la dixième et dernière fois. — Plantes du n° 1, végétation manquée; — plantes du n° 2, floraison très-belle; — plantes du n° 3, floraison médiocre.

14 de septembre. — Plantes du n° 1, quelques fleurs; — plantes

du n° 2, les graines commencent à se former ; — plantes du n° 3, floraison assez générale.

8 d'octobre. — La végétation est à sa fin dans les plantes les mieux venues.

12 d'octobre. — On met fin à l'expérience.

Pour ne pas interrompre le récit des phénomènes qui apparurent dans la cage vitrée, nous n'avons pas parlé d'une seconde expérience dont l'idée fut suggérée à M. G. Ville par l'un de nous, M. Péligot. Cette idée était d'interposer entre la cage et l'appareil d'aspiration une cloche de 25 litres environ avec un pot de graines de cresson n° 4.

Le 30 d'août, on posa sur une plaque de zinc, portée par une petite table, un vase renfermant 1 litre 1/2 d'eau distillée, qui ne communiquait avec l'atmosphère que par un tube de verre dont l'extrémité, tirée à la lampe, était courbée et renversée. L'eau du vase arrivait au pot n° 4 disposé comme les pots précédents, n°s 1, 2 et 3. Sur les fragments de brique il y avait 700 grammes de sable avec 2 grammes de cendre de cresson, dans lequel on sema 100 graines de cette même plante, pesant 0^{gr},206, et représentant 0^{gr},0063 d'azote. On recouvrit le pot d'une cloche de verre de 25 litres environ de capacité, et celle-ci fut fixée à demeure sur la plaque de zinc au moyen du mastic de fantainier, de sorte que, jusqu'au 17 d'octobre, terme de l'expérience, l'intérieur de la cloche ne fut point en communication avec l'atmosphère extérieure autrement que par l'air de la cage vitrée, et cet air, avant d'y parvenir, avait passé dans un flacon d'acide sulfurique hydraté concentré et dans un flacon de carbonate de soude.

Le 5 de septembre, M. G. Ville plaça une seconde cloche, recouvrant un pot de sable ensemencé, après la cloche du pot n° 4. Un accident, arrivé le 18 de septembre, ayant interrompu cette troisième expérience, nous n'en reparlerons plus.

Nous revenons à la végétation des grains du pot n° 4, placé sous la cloche de verre le 30 d'août.

4 de septembre. — Les graines vont bien, la plupart commencent à germer.

9 de septembre. — Végétation uniforme satisfaisante.

13 de septembre. — Les feuilles se développent bien.

30 de septembre. — A partir de la germination, la végétation, dans les quinze premiers jours, a été très-active ; depuis lors elle s'est ralentie, les cotylédons et les premières feuilles ont jauni.

3 d'octobre. — La végétation a repris de l'activité; les plantes se disposent à monter.

17 d'octobre. — Les plantes montent en fleur.

Là on arrête l'expérience.

Nous ne parlerons de ses résultats qu'après avoir donné ceux de la première expérience.

RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE FAITE DANS LA CAGE VITRÉE

Récolte du pot n° 1. — Cette récolte était très-inégale; une plante avait $0^m,1$ de hauteur avec deux graines, tandis que la grandeur des autres plantes n'était que de $0^m,2$ à $0^m,4$.

Les racines, en s'échappant dans l'eau par les trous du pot, s'y étaient excessivement ramifiées en formant ce qu'on appelle la *queue de renard*.

La récolte séchée dans le vide sec pesait $2^{gr},242$; elle représentait $0^{gr},0097$ d'azote.

Or, comme les semences en contenaient $0^{gr},0099$, on doit en conclure qu'il n'y a pas eu d'azote fixé dans les plantes, sauf celui des semences.

Ce résultat est remarquable en ce que le poids des semences est à celui de la récolte sèche :: 1 : 7.

Récolte du pot n° 2. — Cette récolte était plus uniforme et bien plus belle que la précédente.

Séchée dans le vide sec, elle pesait $6^{gr},021$; conséquemment, le poids de la semence étant 1, celui de la récolte sèche était de 48,5.

	gr.
La récolte contenant.	0,0530 d'azote.
Et les semences.	0,0038
	0,0492

Il s'ensuit que les plantes avaient gagné $0^{gr},0492$ d'azote.

Récolte du n° 3. — Cette récolte, quoique supérieure à celle du n° 1, était bien inférieure à la récolte du n° 2. En effet, séchée dans le vide, elle pesait $1^{gr},506$; conséquemment, le poids de la semence étant 1, celui de la récolte était de 12.

	gr.
La récolte contenant.	0,0110 d'azote.
Et les semences.	0,0039
	0,0071

Il s'ensuit que les plantes avaient gagné $0^{gr},0071$ d'azote.

Nous rappelons qu'avant l'expérience, les pots, les briques et le sable d'Étampes avaient été rougis au feu, et qu'on s'était assuré, avant de les introduire dans la cage vitrée et dans la cloche, qu'ils ne contenaient pas d'ammoniaque, du moins en chauffant 40 grammes de chacune de ces matières dans un tube avec de la *chaux sodée* et en recevant le produit dans de l'acide sulfurique dilué normal.

On se rappelle que toutes les eaux qui avaient séjourné dans la cage vitrée, réunies, représentaient 60 litres, et qu'on avait mis en réserve une quantité notable de l'eau distillée qui devait servir à l'expérience, afin d'examiner comparativement et en même temps après l'expérience ces deux portions d'eau.

Il avait été convenu que M. Péligot déterminerait la quantité d'ammoniaque qu'elles contenaient respectivement, dans son laboratoire du Conservatoire, et qu'on lui porterait les résidus obtenus de l'évaporation de 12 litres de chacune des eaux faite dans le laboratoire du Muséum, par M. Cloëz, auxquels 12 litres on avait ajouté avant l'évaporation 1 gramme d'acide oxalique.

Les évaporations durèrent, l'une quatre jours et l'autre trois jours. Elles furent commencées par M. Cloëz et M. Stoësner, préparateur de M. Ville. Malheureusement, M. Cloëz ayant appris que son père était gravement malade, partit pour Lille, et c'est durant son absence que des jeunes gens qui travaillaient dans le laboratoire du Jardin des Plantes évaporèrent des liqueurs ammoniacales provenant de préparations de nickel. Les résidus des deux évaporations données à M. Péligot contenaient par litre :

	gr.
1° L'eau distillée, *avant* l'expérience. . .	0,0038
2° L'eau distillée, *après* l'expérience. . .	0,0013

Dans l'intérêt de la vérité, nous rapportons en note une lettre dans laquelle M. Cloëz rend compte de cet incident à l'un de nous, M. Chevreul.

Quoi qu'il en soit, deux évaporations de 10 litres chacune des eaux furent faites au feu de charbon de bois à l'École polytechnique par M. Cloëz.

Et deux nouvelles évaporations furent faites à la flamme du gaz par M. Cloëz, dans le laboratoire de M. Ville, à Grenelle, à l'aide d'un appareil tel que la capsule évaporatoire était à l'abri des poussières; le volume de chacun des liquides évaporés était de 5 litres.

L'azote des résidus de ces nouvelles évaporations fut déterminé par M. Péligot.

Résidus des eaux évaporées au feu de charbon de bois, à l'École polytechnique, par M. Cloëz :

	gr.
Eau distillée, *après* l'expérience.	0,00130
Eau distillée, *avant* l'expérience.	0,00066
Excès d'azote dans l'eau de la cage vitrée. .	0,00064

Résidus des eaux évaporées à la flamme du gaz, dans le laboratoire de M. G. Ville, par M. Cloëz :

	gr.
Eau distillée, *après* l'expérience. . . .	0,000520
Eau distillée, *avant* l'expérience. . . .	0,000087
Excès d'azote dans l'eau de la cage vitrée. .	0,000433

Les eaux qui avaient séjourné dans la cage vitrée et l'eau distillée réservée pour l'examiner comparativement avec elles, avaient été mises respectivement dans des flacons bouchés et scellés avec un cachet de cire.

RÉSULTATS ET CONSÉQUENCES DE L'EXPÉRIENCE FAITE DANS LA CAGE VITRÉE

En multipliant par 60 la quantité d'azote de 1 litre d'eau, nous aurons celle que contenaient les 60 litres mis en expérience avant et après l'expérience.

D'après le résultat donné par les évaporations faites au laboratoire du Muséum, on a :

	gr.
Avant l'expérience.	0,228
Après l'expérience.	0,078
	0,150

La différence 0gr,150 suffirait pour expliquer l'augmentation de l'azote dans la récolte, puisque celle-ci n'a été, pour l'ensemble des récoltes des pots n° 2 et n° 3, que de 0gr,0563.

Mais les résultats sont contraires si l'on admet les déterminations faites au charbon et au gaz, puisque l'eau, *après l'expérience*, contenait plus d'ammoniaque qu'elle n'en contenait auparavant (*voy.* page 20).

Voilà les résultats et les conséquences de l'expérience, telle qu'elle a été faite dans la cage vitrée.

Passons à ceux de l'expérience faite dans la cloche de verre.

RÉSULTATS ET CONSÉQUENCES DE L'EXPÉRIENCE FAITE DANS LA CLOCHE DE VERRE

Nous avons vu que, le 30 août, on commença une seconde expérience dans une cloche de verre placée entre la cage de verre et l'aspirateur.

Dans 700 grammes de sable d'Étampes, préalablement calciné et additionné de 2 grammes de cendre de cresson, on sema 100 grains de cette plante, pesant 0gr,206 et représentant 0gr,0063 d'azote. L'eau qui a humecté le sable s'élevait à 1 litre et demi.

La cloche de 25 litres qui couvrait le pot, lutée sur une plaque de zinc avec du mastic de fontainier, comme nous l'avons dit, ne fut enlevée que le 17 d'octobre, époque où les plantes avaient monté en fleur. L'eau ne fut pas renouvelée durant l'expérience; elle arrivait dans la terrrine d'un réservoir placé hors de la cloche, comme nous l'avons dit.

Quels ont été les résultats de cette expérience?

Les voici :

La récolte, représentée par 91 plantes séchées dans le vide, pesait, avec les débris des graines non germées, 3gr,599 ; elle était donc au poids des semences comme 17,47 : 1.

Elle contenait.	gr. 0,0350 d'azote.
Les semences en contenaient.	0,0063
Donc, excès d'azote.	0,0287 dans la récolte.

Maintenant portons les choses à l'extrême : supposons que le litre et demi d'eau distillée contenait, *avant* et *après* l'expérience, les quantités d'ammoniaque trouvées en premier lieu dans l'eau qui avait servi à l'expérience de la cage vitrée : elle devait, conformément à cette supposition, contenir :

Avant l'expérience.	gr. 0,0057 d'azote.
Après l'expérience.	0,0020
	0,0037

Toujours, conséquemment à la supposition, l'eau aurait cédé à la plante 0gr,0037 d'azote ; dès lors, diminuant cette quantité de l'azote

de la récolte, il en reste un excès de 0gr,0250. Conséquemment, l'azote des semences sera à celui de la récolte, abstraction faite de l'ammoniaque de l'eau, comme 1 : 3,97, c'est-à-dire, en nombre rond, comme 1 : 4.

Il n'est pas inutile de faire remarquer que si le rapport de la récolte à la semence a été dans la cloche de 17,5 à 1, tandis que la récolte du n° 2, placée dans la cage vitrée, a donné le rapport de 48,5 à 1, la différence tient, en grande partie du moins, à ce que la durée de l'expérience faite dans la cloche a été du 30 d'août au 17 d'octobre, tandis que celle de l'expérience faite dans la cage vitrée a été du 4 d'août au 12 d'octobre.

Il n'est pas inutile encore de rappeler que dans la récolte du n° 1, de la cage vitrée, où il n'y a pas eu augmentation d'azote, le poids de la récolte était à celui de la semence comme 7 : 1.

Enfin, nous dirons à ceux qui admettraient que, dans l'expérience de la cage vitrée, l'eau n'a point exercé d'influence pour augmenter le poids de l'azote des récoltes des pots n° 3 et n° 2 :

1° Que dans la récolte du n° 3, qui était au poids de la semence comme 12 : 1,

Le poids de l'azote de la semence était à celui de la récolte comme 1 : 2,81 :

L'azote en excès à celui de la semence était donc comme 1,81 : 1;

2° Que dans la récolte du pot n° 2, qui était au poids de la semence comme 48,5 : 1,

Le poids de l'azote de la semence était à celui de la récolte comme 1 : 13,95:

L'azote en excès à celui de la semence était donc comme 12,95 : 1;

3° Que dans la récolte du pot n° 4, qui était au poids de la semence comme 17,47 : 1,

Le poids de l'azote de la semence était à celui de la récolte comme 1 : 5,55;

L'azote en excès à celui de la semence était donc comme 4,55 : 1.

RÉFLEXIONS GÉNÉRALES

Quelques réflexions ne seront point déplacées sur la manière de conduire les expériences auxquelles on soumet des corps vivants avec l'intention de découvrir la cause des phénomènes par lesquels ils se distinguent des corps bruts; car, plus ce sujet de recherches est inté-

ressant, plus il importe d'insister sur des difficultés qui tendent à éloigner l'expérimentateur de la vérité, but constant de ses efforts.

La première règle à observer, dans toute recherche de ce genre, est que les conditions dans lesquelles on placera les corps vivants soumis à l'expérience ne troublent que le moins possible les fonctions qu'ils exécutent dans les circonstances ordinaires de leur vie; autrement le résultat des expériences ne pourrait être considéré comme définitif.

Par exemple, pour ne pas sortir du sujet qui nous occupe, tel est le résultat des expériences faites dans des atmosphères limitées où l'on suit la végétation depuis la germination jusqu'à la fructification. Évidemment, si une graine dans une végétation normale donne une récolte sèche dont le poids peut être cent, deux cents, trois cents... fois plus grand que le sien [1], IL NE SERA PAS PERMIS DE CONCLURE DU CAS OU LE POIDS DE LA RÉCOLTE NE DÉPASSERA CELUI DE LA GRAINE QUE DE 1, DE 2, DE 3, DE 4,... AU CAS OU LA VÉGÉTATION S'ACCOMPLIT DANS DES CIRCONSTANCES ORDINAIRES. OR, C'EST PRÉCISÉMENT CE QUI ARRIVE LORSQUE LA GERMINATION S'OPÈRE DANS DU SABLE CALCINÉ ET DANS DES VAISSEAUX OU L'AIR NE SE RENOUVELANT PAS, LES CIRCONSTANCES SONT SI DIFFÉRENTES DE CELLES OU SE TROUVENT LES PLANTES VÉGÉTANT A L'AIR LIBRE.

Pour bien apprécier les choses, suivons la végétation dans des circonstances diverses où elle peut s'opérer en agriculture, et de là il sera possible de déduire des conséquences propres à éclairer la théorie de ce qui se passe dans les deux cas que nous avons distingués, quant à la manière de résoudre par l'expérience la question de savoir si l'azote gazeux de l'atmosphère concourt à augmenter le poids des plantes.

Ces deux cas, nous les rappelons.

Le *premier* concerne des plantes placées dans une atmosphère très-limitée qu'on ne renouvelle pas.

Le *second* concerne des plantes placées dans un atmosphère qui se renouvelle, et qui, en outre, renferme proportionnellement plus d'acide carbonique que l'atmosphère.

---

[1] Le marquis de Turbilly a constaté que 1 grain de seigle qui avait germé dans une ancienne fourmilière a donné 1440 grains de seigle très-beaux. (*Mémoire sur les défrichements*, pages 217 et 218.)

CIRCONSTANCES DIVERSES OU LA VÉGÉTATION PEUT S'OPÉRER EN AGRICULTURE

A. *Considération de l'étendue du terrain où plongent les racines.* — La capacité du sol, relativement aux racines des plantes qui doivent s'y développer, est-elle sans influence sur ce développement? On ne peut le penser quand on se rappelle l'ingénieuse expérience de Tulle, prescrite pour juger l'étendue de terrain nécessaire au développement d'une plante, expérience que Duhamel du Monceau a trouvée assez importante pour l'exposer au commencement de ses *Éléments d'agriculture.*

Qu'on se représente une ligne de turneps dont les graines avaient été semées à $1^m,33$ environ de distance l'une de l'autre, dans un espace triangulaire faisant partie d'une terre en friche, espace qui avait été soigneusement défoncé avant l'ensemencement, et que la ligne de turneps partageait en deux moitiés. Après le développement des turneps, on les arracha de terre, et l'on vit qu'à partir de la pointe du triangle, ils augmentaient progressivement de grosseur jusqu'au huitième inclusivement, et que de là jusqu'au dernier ils étaient égaux au huitième. On en conclut qu'un cercle de $1^m,33$ de diamètre représentait l'espace nécessaire au développement normal des turneps, parce que le milieu du huitième turneps était éloigné de $0^m,665$ de chacun des deux grands côtés du triangle du terrain défoncé, et que les turneps qui s'étaient développés dans un cercle plus grand n'étaient pas plus volumineux que le huitième.

Quand on fait végéter des plantes, il n'est donc pas indifférent de savoir l'étendue nécessaire à l'extension de leurs racines pour que celles-ci soient dans les conditions les plus favorables possibles à leur développement.

B. *Considération du milieu aérien où la plante se développe.* — Si la masse d'une plante est toujours considérable relativement au poids des particules gazeuses qui sont en contact avec elle, ces particules, pouvant se renouveler, sont dès lors dans le cas de fournir à a plante des corps susceptibles de concourir à l'accroissement de son poids, tels que de l'oxygène, du gaz acide carbonique, des vapeurs ammoniacales et toute autre matière susceptible de s'y assimiler. Sous ce rapport, la masse d'atmosphère qui peut se renouveler à l'égard d'une plante étant pour ainsi dire indéfinie, on voit combien la con-

dition de cette plante dans l'atmosphère libre est avantageuse à son développement.

Si, de la considération de la matière que le milieu aérien où croît la plante peut lui céder pour en accroître le poids, nous passons à l'examen de l'influence physique que ce milieu peut exercer sur elle, nous arrivons à des résultats qui n'en sont pas moins intéressants.

1° L'atmosphère libre, en touchant la feuille, détermine l'évaporation d'une partie de l'eau des sucs qui s'y sont rendus; dès lors la séve se concentre dans ces organes si nécessaires à la vie du végétal, et la transpiration, appelant la séve dans les feuilles, favorise le jeu des racines puisant dans le sol la matière nutritive.

2° La lumière solaire est nécessaire à la vie végétale; c'est par elle qu'elles émettent de l'oxygène au dehors, en même temps qu'elles fixent du carbone et les éléments de l'eau pour constituer des principes immédiats. Mais si la lumière a tant d'efficacité pour produire ces effets, il ne faut pas que la plante soit exposée à une chaleur trop élevée. Eh bien, l'atmosphère en mouvement, facilitant la formation de la vapeur d'eau, devient une cause de refroidissement; en outre, elle agit encore comme telle en s'échauffant aux dépens du sol, de la tige de la plante et des feuilles, indépendamment de toute évaporation. Le mouvement de l'atmosphère modère donc l'action de la chaleur solaire.

3° Le vent qui agite les plantes paraît à beaucoup d'observateurs, quand il n'est ni trop brûlant ni trop desséchant, favoriser la végétation en favorisant le jeu des tissus constituant les organes des végétaux.

4° Enfin si, comme quelques personnes le pensent, les plantes exhalent des matières qui peuvent leur être nuisibles, si ce n'est comme poison, du moins comme empêchant le contact de matières gazeuses qui leur sont utiles, reconnaissons que, en ce cas, le mouvement d'une atmosphère libre à la surface de la plante contribue à maintenir la végétation en bon état.

Après l'exposé de ces faits, il sera facile de montrer la différence existant entre la végétation des plantes placées dans les circonstances ordinaires, et la végétation des plantes placées dans des atmosphères

limitées, et ce, dans le cas où l'atmosphère ne se renouvelle pas, et dans celui où l'atmosphère se renouvelle.

PREMIER CAS — VÉGÉTATION DANS UNE ATMOSPHÈRE LIMITÉE QUI NE SE RENOUVELLE PAS

On fait germer des graines dans du sable calciné préalablement, et humecté ensuite avec de l'eau distillée renfermant des cendres de la même espèce de graine.

Certainement, pour le plus grand nombre des espèces de graines qu'on peut soumettre à cette expérience, leur germination n'exige pas, dans les circonstances ordinaires, un sol constamment humide, ni aussi fortement qu'il l'est dans l'expérience. Cette grande humidité change aussi la condition de la matière saline soluble eu égard à la plante : car ordinairement la matière soluble n'arrive aux racines que peu à peu, et en proportion plus faible que dans le cas qui nous occupe.

Une fois la germination opérée, les conditions de la plante dans une atmosphère limitée sont absolument différentes de celles où se trouverait cette plante dans une atmosphère libre; car non-seulement la masse du gaz est très-faible relativement à celle de la plante, mais cette atmosphère limitée est, en outre, saturée de vapeur d'eau et stagnante.

Plus la cloche est petite, plus le développement de la plante est compromis.

Dès lors, si les racines ne peuvent s'étendre convenablement, leur fonction de puiser l'aliment soluble se trouve compromise, lors même que l'espace limité aérien permettrait à la tige de se développer comme elle le fait dans les circonstances ordinaires. Mais que sera-ce si cet espace est limité comme le sol, si la vapeur d'eau le sature, et si l'on est obligé, pour prévenir un trop grand échauffement de la plante, de soustraire celle-ci aux rayons du soleil, sous l'influence desquels s'opère à l'air libre la fixation du carbone de l'acide carbonique en même temps que celle des éléments de l'eau? Nous l'avons dit, l'atmosphère libre, par une vapeur d'eau convenable, par son acide carbonique et d'autres corps encore, agit sur la végétation, et, comme elle est toujours ou presque toujours généralement au-dessous

de l'humidité extrême, elle aide l'ascension de l'eau et la pénétration de l'engrais du sol dans la plante en favorisant sa transpiration.

Ainsi que nous l'avons dit encore, l'atmosphère libre n'est pas utile seulement à la plante par les corps qui la constituent et ceux qu'elle peut tenir à l'état de vapeur ou en suspension, mais encore par son volume, qui, à cause du renouvellement, peut être considéré comme infini, et, sous ce rapport, l'atmosphère libre fournit à la plante tout ce qu'elle est susceptible de lui fournir, et en outre, à cause de ce renouvellement, elle prévient les inconvénients que pourrait avoir la matière exhalée de la plante.

Qu'arrive-t-il maintenant dans une atmosphère plus ou moins limitée et stagnante?

C'est que la plante a bientôt épuisé ce qu'elle peut prendre à cette atmosphère, et il convient de rappeler qu'elle n'absorbe jamais la totalité du fluide élastique sur lequel elle a de l'action, de même qu'un animal n'use jamais tout l'oxygène de l'air qu'il inspire : par exemple, Th. de Saussure, en parlant de l'aptitude du cactus à absorber l'oxygène, a fait l'observation qu'il n'arrive au degré de saturation qu'autant qu'il est placé dans une atmosphère de ce gaz contenant un excès de la quantité nécessaire à sa saturation, de sorte que, ce terme atteint, le cactus est plongé dans du gaz oxygène, résultat analogue à ce qui a lieu pour un solide qui est mis en contact avec la solution d'un corps dissous dont l'affinité pour le solide a peu d'énergie. Pour que cette affinité soit efficace, il faut mettre le solide en contact avec un volume de solution renfermant une quantité du corps dissous beaucoup plus forte que celle qui peut s'unir au solide. Ce n'est qu'à cette condition, par exemple, qu'une étoffe peut prendre de l'alun à de l'eau qui tient ce sel en solution.

Dans ce cas, l'affinité du dissolvant pour le corps dissous, limitant la quantité de ce corps qui s'unit à une étoffe, produit un effet semblable à celui où le corps absorbé est à l'état gazeux, parce qu'alors l'équilibre est établi entre l'affinité du corps pour le gaz, et la tension de celui-ci à rester gazeux en présence du corps absorbant.

Ces considérations expliquent pourquoi une plante ne croît pas dans une atmosphère limitée : par exemple, Priestley a observé qu'une menthe placée dans cette condition n'a pu s'y développer ; elle s'y est maintenue quelque temps à la vérité, mais en dépérissant peu à peu, de manière que la partie qui avait cessé de vivre servait de nourriture à une partie qui se développait, mais sans atteindre au degré de celle qui l'avait précédée.

DEUXIÈME CAS — VÉGÉTATION DANS UNE ATMOSPHÈRE LIMITÉE, MAIS QUI SE RENOUVELLE ET RENFERME PLUS D'ACIDE CARBONIQUE QUE L'ATMOSPHÈRE

C'est conformément aux considérations que nous venons de développer que l'un de nous, M. Regnault, dans des recherches sur la respiration des animaux, qui lui sont communes avec M. Reiset, a placé les animaux soumis à l'expérience dans des conditions bien plus rapprochées de celles où ils vivent à l'air libre, qu'on ne l'avait fait auparavant. Aussi les résultats de ces observateurs diffèrent-ils de ceux qu'on avait obtenus en opérant dans des circonstances différentes de celles où ils ont expérimenté; et c'est à l'instar de ce mode d'opérer que M. Ville, en faisant végéter des plantes dans des espaces limités où l'air se renouvelle convenablement, a fait disparaître une partie des inconvénients que nous venons de signaler en parlant de la végétation opérée dans des espaces limités, où l'atmosphère est stagnante. Non-seulement, dans l'appareil de M. Ville, la masse des particules gazeuses est augmentée, mais les 2 volumes d'acide carbonique et les 98 volumes d'air qui les constituent exercent-ils la plus heureuse influence sur la végétation.

Une preuve de l'avantage de ce mode d'expérience, c'est que, dans une atmosphère limitée où la récolte sèche n'est que trois fois le poids des semences, M. Ville a obtenu, dans la terrine n° 1 de la cage vitrée, où il n'y a pas eu de fixation d'azote, une récolte dont le poids était sept fois celui des semences; et nous rappelons que cette expérience est précisément celle qui a donné le moins bon résultat.

Si la végétation des plantes soumises à l'expérience, dans l'appareil de M. Ville, n'est pas aussi vigoureuse qu'à l'air libre; si l'atmosphère s'y trouve saturée de vapeur d'eau, et qu'il y ait nécessité de tempérer par des toiles la vivacité de la lumière solaire, cependant reconnaissons que le renouvellement de l'air avec la proportion d'acide carbonique qu'il renferme, outre l'aliment qu'il peut fournir aux plantes, a l'avantage de les préserver d'un trop grand échauffement.

D'après les considérations précédentes, les difficultés que l'expérimentateur rencontre dans la recherche de l'origine de l'azote des végétaux sont, en définitive, de deux sortes : les unes se présentent lorsque, voulant éloigner de la plante toutes les sources d'azote, celle de l'atmosphère exceptée, la plante est exposée à languir faute d'aliments; les autres se présentent, au contraire, dans le cas où, ne voulant s'écarter que le moins possible des conditions favorables à la végétation, on s'expose à ce que la plante puise de l'azote en dehors de l'atmosphère. Ces difficultés ont conduit la Commission à penser que dans les expériences entreprises pour résoudre une question aussi difficile à traiter que celle qui nous occupe, il eût été opportun de faire, comparativement avec l'expérience où des plantes végètent dans le sable calciné et l'eau distillée que recouvre une cloche où l'air se renouvelle, une seconde expérience en tout semblable à la première, sauf qu'il n'y aurait pas eu de plante dans le sable calciné et l'eau distillée. Après l'expérience, on aurait examiné comparativement le sable et l'eau de chacun des appareils.

CONCLUSION

L'EXPÉRIENCE FAITE AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE PAR M. VILLE EST CONFORME AUX CONCLUSIONS QU'IL AVAIT TIRÉES DE SES TRAVAUX ANTÉRIEURS.

PROPOSITION

Les recherches du genre de celles qui occupent M. Ville étant fort dispendieuses, nous avons l'honneur de proposer à l'Académie qu'elle veuille bien autoriser sa Commission administrative à payer les frais de l'expérience qui a été faite au Muséum d'histoire naturelle.

Cette proposition, mise aux voix par M. le président, est adoptée.

ANNEXE AU RAPPORT

LETTRE DE M. CLOËZ A M. CHEVREUL

Les expériences de M. Ville, répétées sous les yeux de la Commission de l'Académie des sciences, ont exigé accidentellement l'emploi d'une quantité d'eau beaucoup plus grande qu'on ne l'avait prévu d'abord.

L'eau distillée qu'on a employée pendant le cours des expériences provient de trois distillations faites au laboratoire du Muséum; dès l'origine, on a prélevé sur le produit de chaque distillation 15 litres d'eau, qu'on a mis à part dans un flacon bouché, pour servir aux analyses que la Commission jugerait convenable de faire.

Les expériences terminées, on a mélangé les trois portions d'eau distillée qui avaient été mises à part; on a pris 12 litres du liquide résultant de ce mélange, on a ajouté 1 gramme d'acide oxalique pur, et l'on a soumis à l'évaporation à une douce chaleur.

Le résidu desséché devait contenir la totalité de l'ammoniaque existant dans ces eaux; mais par une circonstance toute fortuite, et que j'ai connue trop tard, il pouvait contenir aussi une certaine quantité de cet alcali qui s'est trouvé pendant un temps assez long dans l'atmosphère de la pièce où avait lieu l'évaporation.

J'avais assisté un matin au mesurage de la quantité d'eau destinée à l'évaporation, l'opération était commencée déjà depuis quelques heures, lorsque je reçus la nouvelle que mon père était dangereusement malade; je vous demandai la permission de m'absenter pendant quelques jours, et je partis immédiatement en laissant à un élève du laboratoire qui avait l'habitude des manipulations, et sur lequel je croyais pouvoir compter, le soin de surveiller l'évaporation, à laquelle assistait d'ailleurs le préparateur de M. Ville, M. Stoësner.

Pendant mon absence, on fit dans le laboratoire la séparation du nickel de fer au moyen d'un excès d'ammoniaque. Naturellement il s'est dégagé une assez grande quantité de cet alcali dans l'atmosphère pu laboratoire, et il n'est pas douteux que l'*eau distillée acide* sou-

mise dans le même temps à l'évaporation a dû en absorber une quantité plus ou moins considérable.

Le résidu desséché fut néanmoins remis avec d'autres produits à M. Péligot pour être soumis à l'analyse : la quantité d'azote trouvée étant beaucoup plus grande que celle que j'avais obtenue d'une autre portion d'eau distillée préparée également au laboratoire, j'ai pensé qu'il avait dû y avoir erreur ou accident pendant l'évaporation; je fis une espèce d'enquête sur la manière dont l'opération avait été conduite pendant mon absence. J'appris alors qu'elle avait duré trois jours, et je connus les circonstances que j'ai signalées, circonstances auxquelles est dû, sans aucun doute, l'excès d'azote trouvé par M. Péligot.

A LA DEMANDE DE M. VILLE, JE PRIS 10 LITRES DE L'EAU QUI RESTAIT ENCORE, ET JE L'ÉVAPORAI MOI-MÊME AU LABORATOIRE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, en ayant soin de me mettre à l'abri des vapeurs ammoniacales; j'assistai également, dans le laboratoire particulier de M. Ville, à l'évaporation de 10 litres de la même eau. L'opération a été menée rapidement à bonne fin par l'emploi de la flamme d'un bec de gaz.

Les résidus de ces opérations ont dû être remis, comme les précédents, à M. Péligot. Ils doivent contenir une quantité d'azote beaucoup plus faible que celle qui a été trouvée dans le premier.

On a conservé au laboratoire environ 12 litres d'eau qui restent sur les 45 litres qu'on avait mis de côté. Cette quantité serait plus que suffisante pour répéter les analyses dans le cas où la Commission le jugerait indispensable.

Sur la proposition de la Commission administrative, l'Académie a voté à M. Ville une somme de 4,000 francs, dont 2,000 pour l'indemniser de l'expérience faite au Muséum d'histoire naturelle, et 2,000 pour l'aider à continuer ses travaux.

La deuxième série des recherches, auxquelles ce volume est consacré comprend :

1° Un procédé nouveau pour doser les nitrates en présence des matières organiques (page 212).

2° Une étude minutieuse de la fonction des nitrates à l'égard des végétaux (page 233).

3° L'analyse des produits qui naissent de la décomposition des matières organiques (page 263).

Et enfin, plusieurs démonstrations nouvelles de mes premières conclusions, concernant l'assimilation de l'azote élémentaire de l'air par les végétaux (*).

Lorsque ces recherches parurent, on éleva des doutes sur la valeur de la méthode analytique que j'avais employée. Nier la méthode c'était, par cela même, nier ses applications. Une nouvelle commission académique se chargea de répondre pour moi. Je place sous les yeux du lecteur le rapport où la méthode en question a été irrévocablement jugée. Si la méthode est exacte et sûre, que doit-on penser des résultats obtenus à son aide?

(*) Avant d'être réunies en volume, ces recherches ont été publiées à l'état d'extrait dans divers recueils. En voici l'exacte énumération :

26 novembre 1855. Dosage des nitrates en présence des matières organiques; leur assimilation par les végétaux. Note adressée sous pli cacheté à l'Académie, le 13 août. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLI, p. 938. — 3 décembre 1865. Quel est le rôle des nitrates dans l'économie des plantes? De quelques procédés nouveaux pour doser l'azote de ces sels en présence des matières organiques. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLIII, p. 984. — 14 juillet 1856. Quel est le rôle des nitrates dans l'économie des plantes? *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLIII, p. 85. — 21 juillet 1856. Sous quel état les plantes empruntent de l'azote à l'air. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLIII, p. 143.

22 septembre 1856. Quel est le rôle des nitrates dans l'économie des plantes? *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLIII, p. 612. — 1856. Les travaux qui précèdent ont été réunis et publiés dans un mémoire général, dans les *Annales de Physique et de Chimie*, t. XLVI, p. 168. — Août 1857. Les mêmes recherches ont été réunies dans un *Opuscule*, in-8° de 165 pages, avec planches photographiées, chez Victor Masson.

RAPPORT

FAIT A L'ACADÉMIE DES SCIENCES PAR M. PELOUZE, SUR UNE NOUVELLE MÉTHODE IMAGINÉE PAR M. VILLE, POUR DOSER LES NITRATES EN PRÉSENCE DES MATIÈRES ORGANIQUES (*).

Le travail, dont nous avons l'honneur de rendre compte à l'Académie, se divise, comme l'indique son titre, en deux parties bien distinctes.

Dans la première, l'auteur fait l'historique des travaux relatifs au rôle que les nitrates jouent dans la végétation. Il analyse succinctement les expériences et les observations faites sur ce sujet par MM. Liebig, Kuhlmann, Gilbert et Lawes, Isidore Pierre et Bineau. Il fait ressortir le peu d'accord qui existe entre les vues présentées par ces divers chimistes, et signale une divergence d'opinions, bien naturelle d'ailleurs dans des questions qui ont trait aux phénomènes si complexes et encore si peu étudiés de la végétation.

L'auteur rappelle enfin que dans un paquet cacheté adressé à l'Académie le 13 août 1855, et ouvert le 26 novembre dernier, il avait annoncé les faits suivants :

1° Les plantes absorbent et décomposent les nitrates, de façon que l'azote de ces sels devient une partie constituante du tissu végétal.

2° A égalité d'azote, le nitrate de potasse agit plus que le sel ammoniac.

Notre honorable confrère, M. Boussingault, avait déjà signalé (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, n° 21, 9 novembre 1855) l'influence des nitrates sur le développement de l'organisme

---

(*) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLII, p. 679.
Rapport fait au nom d'une commission composée de MM. Balard, Péligot, Pelouze rapporteur.

végétal, et il avait particulièrement donné la démonstration de ce fait important, que le salpêtre agit très-favorablement sur la végétation par suite de son absorption directe, ce qui lui a permis d'expliquer comment certaines eaux exercent sur les prés des effets extrêmement marqués, quoique souvent elles ne renferment que des traces à peine dosables d'ammoniaque; c'est que ces eaux contiennent ordinairement des nitrates, qui concourent, comme l'ammoniaque et même mieux que l'ammoniaque, à la production végétale.

En résumé, comme M. Ville se propose de revenir sur la première partie de son Mémoire, et d'entrer ultérieurement dans des développements qu'il n'a pas encore fait connaître, votre Commission n'aura à s'occuper que des nouvelles méthodes proposées par ce chimiste pour doser les nitrates mêlés à des matières végétales et animales.

C'était là un problème délicat et difficile, que M. Ville, hâtons-nous de le dire, a résolu d'une manière très-satisfaisante.

Lorsque les nitrates sont mêlés avec des sulfates, des phosphates, des chlorures et avec un grand nombre d'autres matières inorganiques, on peut déterminer avec un procédé fort simple qu'emploient souvent les raffineurs de salpêtre concurremment avec l'ancien procédé, qui consiste à laver le nitre brut avec de l'eau saturée de nitrate de potasse pur.

Cette méthode, dont l'auteur est un des membres de cette Commission, consiste à décomposer les nitrates par un poids connu de fer dissous dans l'acide chlorhydrique. En ajoutant à la liqueur un poids également connu du nitrate qu'il s'agit de doser et portant pendant quelques instants le mélange à l'ébullition, il se dégage du bioxyde d'azote pur, tandis que le fer se peroxyde. Ce métal ayant été employé en excès, on reconnaît facilement ce qu'il en reste à l'état de protoxyde, au moyen d'une dissolution titrée de permanganate de potasse, qui ne cesse de se décolorer qu'au moment même où le fer tout entier a été peroxydé. Le calcul indique le poids de l'acide nitrique qui a concouru à cette peroxydation.

L'épreuve ne laisse, en général, rien à désirer; mais on comprend que, s'il s'agit de doser les nitrates contenus dans une plante, le procédé dont il s'agit ne puisse plus être employé, car les nitrates sont mêlés alors avec des matières qui colorent les dissolutions de caméléon ou qui décomposent ce sel en le désoxydant.

Cette dernière circonstance met surtout un obstacle à l'extension

de ce procédé, car une foule de substances organiques décolorent les dissolutions de permanganate de potasse.

Récemment, M. Schlœsing a eu l'idée de recueillir le bioxyde d'azote provenant de la réaction des nitrates sur le protochlorure de fer, et de convertir le gaz ainsi obtenu, en lui rendant l'oxygène, en acide nitrique, que l'on dose avec du sucrate de chaux titré. Ce chimiste distingué s'est assuré qu'un nombre de matières organiques, et principalement celles qui sont les plus répandues dans les végétaux, peuvent se trouver mêlées aux nitrates, sans que ceux-ci, apportent un trouble notable à son mode d'analyse.

Parmi ces matières, les unes sont azotées, telles que l'urée, l'amandine, le gluten, l'asparagine, l'indigotine, la gélatine, etc., les autres ne contiennent pas d'azote. Nous citerons les acides malique, tannique, benzoïque, ulmique, le sucre de canne, l'amidon, la mannite, la gomme arabique, la colophane et l'huile de ricin.

Malgré la présence dans les nitrates des diverses matières que nous venons de citer, M. Schlœsing retrouvait constamment à deux ou trois millièmes près, et quelquefois avec plus d'approximation encore, la quantité de nitrate sur laquelle il opérait dans le but de vérifier l'exactitude de sa méthode.

Pour être juste, on doit donc reporter à M. Schlœsing le mérite d'avoir le premier imaginé une méthode générale pour doser les nitrates mêlés à des matières organiques. Ce chimiste, dans un travail remarquable, a appliqué son procédé à la détermination de l'azote contenu à l'état de nitrate dans les feuilles écôtées et dans les côtes de tabacs de dix-huit provenances différentes. Le procédé de M. Schlœsing a été inséré avec détails dans le tome XL des *Annales de Chimie et de Physique* (n° d'août 1854); depuis cette époque, il ne paraît pas qu'il ait été employé par d'autres chimistes.

Quoi qu'il en soit, celui dont nous allons rendre compte nous paraît d'une exécution plus sûre et plus commode.

Il consiste à convertir en ammoniaque le bioxyde d'azote provenant de l'action des nitrates sur le protochlorure de fer acide. Depuis longtemps M. Kuhlmann avait signalé aux chimistes la grande facilité avec laquelle l'acide azotique et tous les oxydes d'azote peuvent se changer en ammoniaque; mais personne n'avait songé, avant M. G. Ville, à utiliser cette curieuse transformation pour le dosage des nitrates mêlés à des substances organiques.

Ls proportion d'ammoniaque déterminée avec un acide titré donne celle de l'acide nitrique même. La réaction conserve la même netteté

et le procédé la même exactitude, soit que les nitrates contiennent exclusivement des matières inorganiques, soit qu'ils aient été mêlés à une matière organique telle que du sucre, de l'acide oxalique, de la farine, de l'herbe sèche, une infusion de café, etc. Nous nous sommes assurés que le procédé de M. Ville fonctionne d'une manière satisfaisante en mêlant aux matières que nous venons d'énumérer une certaine quantité de nitrate de potasse pur, dont le poids était inconnu à M. Ville. Toujours ce chimiste nous a rapporté, à quelques millièmes près, la quantité de salpêtre que nous lui avions remise pour en faire l'analyse.

Son procédé est si exact, qu'il peut être employé concurremment avec celui dont il a été fait mention, pour établir ou contrôler le dosage du salpêtre brut dans les raffineries.

Son exécution prompte et peu coûteuse permettra d'étudier mieux qu'on ne l'a fait jusqu'ici la formation de l'acide nitrique sous des influences très-diverses, les proportions de cet acide dans les engrais, les plantes, les eaux de toutes sortes et son rôle dans la végétation.

Nous ne suivrons pas l'auteur dans la description minutieuse qu'il a donnée de son procédé. Nous nous bornerons à dire que des divers moyens qu'il a employés pour convertir en ammoniaque le bioxyde d'azote, celui auquel il donne la préférence consiste à décomposer ce gaz, dans un tube rempli de chaux sodée, par l'hydrogène sulfuré. La chaux et la soude retiennent l'oxygène du bioxyde d'azote et le soufre de l'hydrogène sulfuré sous la forme de sulfates et de sulfures, tandis que l'azote et l'hydrogène se réunissent pour produire de l'ammoniaque, qui se rend et se condense dans un tube à boule, en partie rempli d'un acide normal. Une demi-heure suffit pour faire une opération, et une disposition ingénieuse des appareils permet de multiplier facilement ces sortes d'analyses.

En résumé, le nouveau mode de dosage des nitrates dont nous venons de rendre un compte sommaire est très-exact, d'une exécution à la fois prompte et facile. Nous croyons qu'il pourra rendre des services incontestables dans les recherches de chimie appliquée à l'agriculture et à la physiologie végétale.

En conséquence, nous avons l'honneur de demander à l'Académie qu'elle veuille bien remercier M. Georges Ville de son intéressante communication.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

La partie de mes études dont il vient d'être question dans le rapport de M. Pelouze, a été lue à l'Académie des sciences le 3 décembre 1855. Elle a paru au mois de mars 1856 dans les *Annales de chimie et de physique*. Usant de la faculté que lui confère son titre de rédacteur de ce recueil, M. Boussingault le fit précéder de la réclamation suivante :

M. Boussingault a lu son mémoire sur l'action du salpêtre sur la végétation dans la séance du 19 novembre 1855. Cette lecture établit la priorité. Voici, au reste, ce que disait Arago, dans un rapport fait à l'Académie, le 31 mai 1852.

« Il ne sera pas superflu de faire remarquer, au moment où les paquets cachetés ont pris tant de faveur, que nos archives en seront bientôt encombrées, que ce moyen de s'assurer la priorité d'une découverte n'est nullement satisfaisant, qu'en thèse générale la propriété appartient incontestablement à celui qui le premier a livré ses observations au public. C'est un principe qu'admettent tous ceux qui font autorité en matière de sciences, comme l'a prouvé une discussion récente provoquée par l'illustre doyen de notre Académie (M. Biot). Ne voit-on pas le danger qu'il y aurait sans cela à transformer en découvertes achevées quelques vagues aperçus donnés sous forme d'aphorismes et sans démonstration, lorsque la démonstration constitue souvent le vrai mérite d'un travail? Il importe dans l'intérêt des sciences de ne pas décourager les esprits laborieux et sévères, qui ne négligent rien pour imprimer à leurs œuvres le cachet de la certitude. »

(*Note de la Rédaction.*)

Je réponds à cette réclamation par le texte de la Note que j'ai eu l'honneur d'adresser sous pli cacheté à l'Académie des sciences le 13 août 1855, et qui a été ouverte sur ma demande le 26 novembre.

PREMIÈRE NOTE

DÉPOSÉ SOUS PLI CACHETÉ A L'ACADÉMIE DES SCIENCES, LE 13 AOUT 1855, SUR UN NOUVEAU MOYEN POUR DOSER L'AZOTE DES NITRATES EN PRÉSENCE DES MATIÈRES ORGANIQUES, SUIVIE DE QUELQUES EXPÉRIENCES PROUVANT QUE LE NITRATE DE POTASSE EST DÉCOMPOSÉ PAR LES PLANTES, ET QU'A ÉGALITÉ D'AZOTE LE NITRATE DE POTASSE AGIT PLUS QUE LE SEL AMMONIAC (*).

Aujourd'hui, mon but n'étant pas d'écrire un mémoire, mais simplement de prendre date pour quelques faits nouveaux que je crois importants, je réserve, pour le moment où ces études seront publiées sous leur forme définitive, le soin de présenter l'état de la science sur les questions que je traite, et le soin de faire connaître l'étendue des secours que j'ai puisés dans les travaux des savants qui m'ont précédé dans la voie où je suis entré.

PREMIÈRE PARTIE. — *Dosage de l'azote des nitrates.*

Ce nouveau procédé est fondé sur la propriété que le bioxyde d'azote possède de se changer en ammoniaque lorsqu'on le fait passer à une température voisine du rouge, dans un tube rempli de chaux sodée, mélangé avec

(*) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, tome XLI, pages 958 et suivantes.

un excès d'hydrogène et d'hydrogène sulfuré. Dans ces conditions, le bioxyde d'azote se change en ammoniaque, et la réaction est si nette, si complète, qu'on peut s'en servir avec le plus grand avantage pour doser l'azote des nitrates. Pour cela, il suffit de faire passer le mélange d'hydrogène et d'ammoniaque dans un tube à boule qui contient de l'acide sulfurique titré. Le dosage de l'azote des nitrates rentre ainsi dans les procédés si avantageux de la méthode des volumes.

L'équation suivante exprime la réaction :

$$\left.\begin{matrix} AO^2 \\ 2HS \\ H^z \end{matrix}\right\} + 2CaO = AzH^3 + SCa + SO^3CaO + H^{z-1}.$$

Les expériences suivantes peuvent servir pour juger du mérite du procédé sous le rapport de la précision.

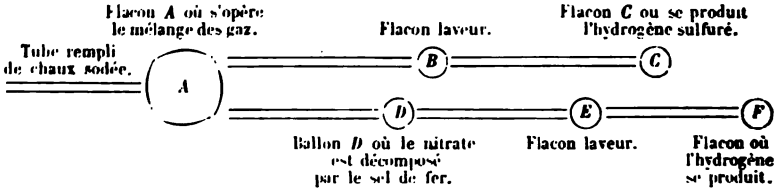
	NITRATE EMPLOYÉ.	AZOTE OBTENU.	AZOTE EMPLOYÉ.	DIFFÉRENCE.
	gr.	gr.	gr.	gr.
1°	0.251	0,0347	0,0347	— 0,0000 (*)
2°	0,251	0,0210	0,0203	— 0,0007
3°	0,067	0,0090	0,0092	+ 00,002
4°	0,201	0,0278	0,0279	+ 0,0001
5°	0,244	0,0338	0,0345	+ 0,0007

Pour changer l'acide nitrique du nitrate de potasse en bioxyde d'azote, on se sert d'une dissolution de protochlorure de fer dans laquelle on le verse et qu'on porte ensuite à l'ébullition.

Le mode d'opérer est d'ailleurs très-simple. Voici, en

(*) J'ai écrit à M. de Sénarmont, le 27 ou le 28 juillet, pour lui communiquer ce résultat. Depuis cette époque, j'ai fait connaître à M. Chevreul, à M. Regnault et à M. Payen le principe du procédé.

détail, comment on procède. On prend un petit ballon de 200 centimètres cubes de capacité, on le munit d'un bouchon qui porte deux tubes; on remplit ce ballon à moitié avec une dissolution de protochlorure de fer qui doit contenir un excès d'acide, puis on ajoute la dissolution de nitrate. Ce ballon communique, par l'un de ses tubes, avec un flacon où l'on produit de l'hydrogène; par l'autre tube avec un flacon *A* qui communique lui-même avec le tube à la chaux sodée et dans lequel le mélange de bioxyde d'azote et d'hydrogène doit se mêler avec l'hydrogène sulfuré, qui arrive d'un appareil spécial avant d'entrer dans le tube. Dans ce flacon, les tubes qui amènent les gaz doivent plonger dans le mercure, pour qu'on puisse se rendre compte des quantités d'hydrogène (mêlé au bioxyde d'azote) et d'hydrogène sulfuré qui arrivent chacun de son côté.



L'appareil étant monté, on fait passer un courant d'hydrogène, pendant huit à dix minutes, pour chasser l'air, puis on chauffe le tube qui contient la chaux sodée et on fait arriver quelques bulles d'hydrogène sulfuré. A ce moment, on chauffe le ballon *D*, qui contient la dissolution de fer, on porte rapidement à l'ébullition. Pendant tout le temps que dure l'ébullition, on fait passer dans le ballon un courant d'hydrogène. On règle la production de ce gaz de manière qu'il arrive dans le flacon *A* trois ou quatre fois plus d'hydrogène sulfuré. La réaction est achevée après dix minutes d'ébullition. Pour arrêter dans le flacon *A*

toute l'eau qui distille, on met quelques morceaux de chlorure de calcium.

Si l'on voulait avoir un indice autre que la durée de l'ébullition, il suffirait d'ajouter au liquide du ballon *B* environ 20 grammes de mercure. Dès que le liquide entre en ébullition, la dissolution de fer, qui était verte, devient brune; mais, par une réaction consécutive, le mercure réduit le perchlorure de fer qui s'est formé et la liqueur redevient verte.

DEUXIÈME PARTIE. — *Décomposition du nitrate de potasse par les plantes. Assimilation de l'azote du nitrate*

Le 20 mars de cette année, on a préparé huit pots avec

	gr.
Brique calcinée.	578,000
Sable blanc calciné.	900,000
Sulfate de chaux.	0,056
Phosphate de chaux monobasique. . . .	0,309
Phosphate de magnésie cristallisé. . . .	0,698
Phosphate de potasse.	0,677
Chlorure de sodium.	0,011
Silicate de potasse.	2,000
Silicate de soude.	0,250
P. O. de fer hydraté.	0,271

On a divisé ces huit pots en quatre séries de deux chacune, les pots de chaque série étant désignés par les lettres A, A′, B, B′, C, C′, D, D′, E, E′.

Dans les pots A, A′, on n'a rien ajouté aux mélanges indiqués plus haut.

Dans les pots B, B′, on a ajouté $4^{gr},015$ de semence de lupin, qui contenait $0^{gr},238$ d'azote.

Dans les pots C, C′, on a ajouté 1gr,72 de nitrate de potasse, contenant aussi 0gr,238 d'azote.

Dans les pots D, D′, on a ajouté 0gr,908 de sel ammoniac, contenant 0gr,238 d'azote.

Enfin, dans les pots E, E′, on a ajouté 0gr,68 de nitrate d'ammoniaque, contenant encore 0gr,238 d'azote.

Le 20 mars, on a semé dans chaque pot 20 grains d'un gros blé poulard blanc. Dès le commencement de l'expérience, les pots qui contenaient le nitrate de potasse ont pris un avantage marqué sur tous les autres. Entre les pots où il n'y avait que du sable et les pots où il y avait du nitrate de potasse, la comparaison n'était pas possible. Aujourd'hui, 14 août, les blés sont en épis, et les pots C, C′, qui contiennent le nitrate de potasse, présentent une végétation beaucoup plus belle que tous les autres, qui ont reçu néanmoins la même quantité d'azote.

Dès que ce résultat a commencé à se produire, j'ai senti qu'il y avait là un phénomène important à éclaircir. Sans attendre la fin de l'expérience, qui devait durer encore plusieurs mois et qui, à l'heure qu'il est, n'est pas achevée, j'ai institué la nouvelle expérience suivante, en vue de savoir plus tôt si le nitrate de potasse était décomposé et si l'azote de ce nitrate était assimilé par la plante.

Le 25 juin, j'ai mis dans une petite terrine : fragments de brique calcinée 400 grammes, sable calciné 600 grammes, cendre de cresson 3 grammes; puis, dans cette terrine, j'ai semé 60 graines de cresson contenant 0gr,004 d'azote, et j'ai répandu à la surface du sable, nitrate de potasse 0gr,2. Ce pot a donc reçu, en azote,

Par la semence.	0gr,004
Par le nitrate.	0gr,027
	0gr,031

Les graines ont bien germé, la végétation a suivi son cours ordinaire; les plantes étaient très-belles. J'ai fait la récolte le 20 juillet. La récolte pesait, verte, 10 grammes; séchée à l'étuve et brûlée par la chaux sodée, elle a donné $0^{gr},028$ d'azote.

Le sable du pot a été lavé avec le plus grand soin; le liquide, concentré et essayé, n'a pas donné le plus faible indice de nitrate.

Devant ce résultat, je tire de cette expérience la conclusion que le nitrate de potasse a été décomposé par la plante, et que l'azote de ce nitrate changeant d'état est entré dans la composition intime du tissu de la plante.

Depuis cette époque, j'ai institué plusieurs séries d'expériences, en vue d'approfondir cette décomposition; et, dans toutes les expériences où les plantes recevaient du nitrate de potasse et du sel ammoniac, toujours la végétation a été plus prospère avec le nitrate de potasse, bien que dans les deux cas il y eût la même quantité d'azote. J'ai en ce moment six pots de colzas, semés le 13 juillet : dans les pots qui ont reçu le nitrate de potasse, les plantes sont plus grandes et plus belles que dans ceux qui ont reçu du sel ammoniac. Toutes ces végétations, les blés, le cresson et les colzas, sont obtenues dans une serre.

Quelques personnes, tenant pour vrais les résultats de mes premières expériences, pensent que l'azote, dont j'ai toujours constaté la fixation par les plantes, vient du nitrate de potasse qui se serait formé dans le sable qui servait à la végétation. Dans cette opinion, l'oxydation de l'azote de l'air serait la condition obligée de son assimilation par les plantes.

Sans vouloir, pour le moment, m'expliquer là-dessus, je dois avouer néanmoins que toutes les tentatives que j'ai

faites pour m'éclairer sur cette interprétation des phénomènes ne lui ont pas été favorables.

Après-demain mercredi, je commencerai une nouvelle série d'expériences pour décider ce point. J'attends leur résultat pour me prononcer; mais, je le répète, ce que j'ai fait toute cette année n'est pas favorable à l'idée qu'il se formerait du nitre, et que ce nitre serait la source de l'azote dont on constate la fixation lorsqu'on cultive des plantes dans un sol de sable convenablement préparé.

DEUXIÈME NOTE

DÉPOSÉE SOUS PLI CACHETÉ A L'ACADÉMIE DES SCIENCES, LE 17 DÉCEMBRE 1855, ET PUBLIÉE LE 21 JUILLET 1856 (*).

A la suite de beaucoup d'expériences sur le rôle des engrais, j'ai été conduit aux conclusions suivantes :

I. Les semences de lupin en voie de décomposition (il est probable que toutes les matières organiques azotées sont dans le même cas) perdent spontanément une partie importante de leur azote.

II. Cet azote se dégage en partie à l'état d'ammoniaque, en partie à l'état d'*azote gazeux*.

III. Dans les conditions où cette décomposition s'opère, il ne se forme pas de nitrates.

Exemple. — Le 20 mars 1855, on a ajouté à *mille* grammes de sable calciné $4^{gr},015$ de graine de lupin en poudre, soit $0^{gr},238$ azote. Le sable était humide. Le 10 juillet, on a mis fin à l'expérience.

(*) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, tome XLIII, page 145.

En voici les résultats :

AU COMMENCEMENT DE L'EXPÉRIENCE.

	Gram.
Azote ajouté au sable.	0,238

A LA FIN DE L'EXPÉRIENCE.

Azote perdu à l'état d'ammoniaque.	0,058
Azote perdu à l'état d'azote	0,087
Azote contenu dans le sable.	0,093
	0,238

IV. La culture n'augmente ni ne diminue la quantité d'azote, qu'un pot préparé comme le précédent aurait spontanément perdu si on l'eût abandonné à lui-même sans y rien cultiver. Exemples :

	POIDS DE LA RÉCOLTE SÈCHE.	AZOTE DE LA RÉCOLTE.	AZOTE CONTENU DANS LE SABLE.	AZOTE RÉUNI DE LA RÉCOLTE ET DU SOUFRE.
	gr.	gr.	gr.	gr.
Pot n° 1.	14,15	0,118	0,091	0,209
n° 2.	16,72	0,142	0,099	0,241
n° 3.	14,37	0,123	0,100	0,223
n° 4.	9,40	0,090	0,102	0,192
n° 5.	17,50	0,152	0,106	0,258

On avait semé dans chaque pot 20 grains de blé poulard, contenant 0gr,021 d'azote. Chaque pot avait reçu, en outre, 4gr,015 de semence de lupin en poudre, soit 0gr238 azote. Pour un motif qui sera exposé plus tard, chaque pot a reçu des matières salines différentes. L'expérience a commencé le 20 mars 1855, et fini le 10 juillet. Je tire les conclusions suivantes des résultats qu'elle a produits :

1° L'engrais ajouté au sable n'a pas été absorbé en na-

ture. Son utilité réside dans les produits de sa décomposition.

2° Si on admet que les récoltes précédentes ont tiré tout leur azote du fumier, on est forcé d'admettre qu'une partie de cet azote a été absorbée à l'état d'azote gazeux. En effet, l'azote de chaque récolte dépasse l'azote perdu par le fumier à l'état d'ammoniaque (0gr,058) augmenté de l'azote de la semence (0gr,021).

V. A partir d'une certaine période, le sable azoté de l'expérience précédente ne perd plus sensiblement d'azote, et les plantes qu'on y cultive continuent à en acquérir. Exemples :

		POIDS DE LA RÉCOLTE SÈCHE.		AZOTE DE LA RÉCOLTE.	AZOTE RESTANT DANS LE SABLE.	AZOTE RÉUNI DE LA RÉCOLTE ET DU SABLE.
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Pot A.	Paille. . .	22,42	23,24	0,188	0,0965	0,285
	Grains. . .	0,82				
Pot A'.	Paille. . .	20,34	21,36	0,169	0,103	0,272
	Grains. . .	0,42				

Dans chacun des pots précédents, on a ajouté 4gr,015 de graine de lupin, soit 0gr,238 azote. Dans chacun on a semé 20 grains de blé poulard, contenant ainsi 0gr,021 azote. L'expérience a commencé le 20 mars 1855 et finit le 20 septembre. Ainsi elle a duré deux mois et dix jours de plus que l'expérience relatée à la proposition IV.

J'ai dit, dans les conclusions de la proposition IV, que si l'on admet que tout l'azote des récoltes vient de l'engrais, il faut admettre, de plus, qu'une partie de cet azote a été absorbée à l'état de *gaz azote*, puisque la quantité d'azote contenue dans la récolte est supérieure à celle que l'engrais

a perdue à l'état d'ammoniaque, augmentée de tout l'azote de la semence.

Dans les expériences A, A', la quantité d'azote contenue dans les récoltes étant supérieure à la totalité de l'azote perdu par le fumier, par une extension de la proposition précédente, j'admets que l'excédant vient de l'azote gazeux de l'air.

Par une erreur sur laquelle il est inutile d'insister, toutes ces expériences ont été faites avec le blé poulard, qui est un blé d'hiver. Bien que la saison fût avancée, j'ai voulu les répéter avec du blé de mars. Voici les résultats que cette vérification a produits :

1° Le 25 mai, on a ajouté à 1000 grammes de sable calciné, 0gr,108 d'azote à l'état de graines de lupin ayant subi un commencement de décomposition. Le 4 septembre, on a arrêté l'expérience; le sable contenait 0gr,043 d'azote. On avait recueilli 0gr,023 d'azote à l'état d'ammoniaque. Soit donc

	Gram.
AU DÉBUT DE L'EXPÉRIENCE.	
Azote ajouté au sable.	0,108
A LA FIN DE L'EXPÉRIENCE (*).	
Azote perdu à l'état d'ammoniaque.	0,023
Azote perdu à l'état de gaz azote.	0,040
Azote contenu dans le sol.	0,045
	0,108

(*) Dans mes expériences, je me suis borné à doser la quantité d'ammoniaque que le sol azote dégage; puis à la fin de l'expérience, la quantité d'azote qu'il contient. Je représente par la différence l'azote perdu à l'état d'azote gazeux. M. Regnault m'a dit que M. Reiset avait reconnu depuis longtemps que les fumiers qui se décomposent dégagent beaucoup d'azote; que, dans ses expériences, il avait recueilli ce gaz par 5 à 6 litres. En ce moment, je répète mes premières expériences, en recueillant ainsi le gaz azoté dégagé dans l'engrais.

200 grammes de sable, lavé avec le plus grand soin, ne m'ont pas donné trace de nitrate.

2° Le 25 mai, on a semé 20 grains de blé de mars, qui contenaient 0gr,016 d'azote, dans deux pots préparés comme les précédents, et contenant par conséquent 0gr,108 d'azote. On a fait la récolte le 4 septembre. En voici les résultats :

		RÉCOLTE SÈCHE.		AZOTE DE LA RÉCOLTE.	AZOTE DU SABLE.	AZOTE RÉUNI DU SABLE ET DE LA RÉCOLTE.
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Pot μ . .	Paille. . .	7,58	9,45	0,102	0,043	0,145
	Grains . .	1,87				
Pot μ' . .	Paille. . .	8,33	10,52	0,109	0,049	0,158
	Grains. . .	2,19				

Les résultats de ces expériences étant conformes aux précédents, j'en tire les mêmes conclusions.

Ce 17 septembre 1855.

DEUXIÈME APPENDICE

Je réunis dans ce deuxième Appendice les éléments numériques qui se rapportent au dosage des nitrates, à l'assimilation de ces sels par les végétaux, aux produits de la décomposition des matières organiques azotées et aux vérifications de nos premières expériences sur l'assimilation de l'azote de l'air par les végétaux.

Je les classerai dans l'ordre que je viens d'indiquer : 1° Dosage des nitrates, pages 212 et suivantes; 2° Influence des nitrates sur la végétation, page 233; 3° De la nature des produits qui se forment pendant la décomposition des matières organiques, page 263; 4° Vérification de mes premières expériences sur l'absorption de l'azote de l'air par les végétaux page 572.

I. — DOSAGE DES NITRATES

ÉLÉMENTS NUMÉRIQUES
DES DOSAGES DE NITRE FAITS AU MOYEN DE L'HYDROGÈNE
ET DE LA MOUSSE DE PLATINE.

(Expériences rapportées page 215.)

N° I. — Nitrate de potasse. . . 0gr,040 Azote. . . 0gr,00554
Acide normal. 23,4
Acide de l'analyse. 0,3
D'où 0gr,00555 d'azote.
10cc de l'acide normal = 0gr,005625 d'azote.

N° II. — Nitrate de potasse. . . 0gr,010 Azote. . . 0gr,001384
Acide normal. 23,4
Acide de l'analyse. 17,25
D'où 0gr,00143 d'azote.
Même acide.

N° III. — Nitrate de potasse. . . 0gr,040 Azote. . . 0gr,00554
Acide normal. 23,4
Acide de l'analyse. 0,2
D'où 0gr,00557 d'azote.
Même acide.

N° IV. — Nitrate de potasse. . . 0gr,040 Azote. . . 0gr,00554
Acide normal. 46,8
Acide de l'analyse. 23,0
D'où 0gr,00572 d'azote.

Même acide. On a dû ajouter 10 centimètres cubes en plus après la combustion.

N° V. — Nitrate de potasse. . . 0gr,040 Azote. . . 0gr,00554
Tannin. . 0gr,200 (Pelouze).
Acide normal. 23,4
Acide de l'analyse 0,6
D'où 0gr,00548 d'azote.
10cc d'acide normal = 0gr,005625 d'azote.

N° VI. — Nitrate de potasse. . . 0gr,040 Azote. . . 0gr,00554
Acide oxalique. . . 0gr,50
Acide normal. 23,4
Acide de l'analyse. 0,3
D'où 0gr,00555 d'azote.
Même acide.

N° VII. — Nitrate de potasse. . 0gr,01 Azote. . . 0gr,001384
Acide normal. 20,0
Acide de l'analyse. 15,7
D'où 0gr,001344 d'azote.
10cc d'acide normal = 0gr,00625 d'azote.

N° VIII. — Nitrate de potasse.. 0gr,01 Azote. . . 0gr,001384
Acide normal. 20,00
Acide de l'analysé. 16,00
D'où 0gr,00125 d'azote.
Même acide.

DOSAGES AU MOYEN DE L'HYDROGÈNE SULFURÉ.

(Expériences rapportées pages 16 et 17.)

N° 1. — Nitrate de potasse. . 0gr,251 Azote. . 0gr,0347
Acide normal. 24,3
Acide de l'analyse. 17,5
D'où 0gr,03458 d'azote.
10cc d'acide normal = 0gr,1236 d'azote.

N° 2. — Nitrate de potasse. . 0gr,201 Azote. . 0gr,02781

Acide normal. 24,3
Acide de l'analyse. 18,8

D'où 0gr,02797 d'azote.

10cc d'acide normal = 0gr,1236 d'azote.

N° 3. — Nitrate de potasse. . 0gr,200 Azote. . 0gr,02778

Acide normal. 24,3
Acide de l'analyse. 18,7

D'où 0gr,02848 d'azote.

Même acide.

N° 4. — Nitrate de potasse. . 0gr,128 Azote. . 0gr,0177

Acide normal. 21,9
Acide de l'analyse. 19,0

D'où 0gr,01747 d'azote.

10cc d'azote normal = 0gr,132.

N° 5. — Nitrate de potasse. . 0gr,100 Azote. . 0gr,01384

Acide normal. 21,5
Acide de l'analyse. 10,2

D'où 0gr,01387 d'azote.

10cc d'acide normal = 0gr,0264 d'azote.

(Cette analyse a été faite le samedi 25 en présence de M. Chevreul.)

Analyses faites plus récemment.

N° 6. — Nitrate de potasse. . 0gr,200 Azote. . 0gr,0277

Acide normal. 23,6
Acide de l'analyse. 11,9

D'où 0gr,02788 d'azote.

10cc d'acide normal = 0gr,05625 d'azote.

N° 7. — Nitrate de potasse. . 0gr,200 Azote. . 0gr,0277

Acide normal. 23,6
Acide de l'analyse. 12,1

D'où 0gr,02741 d'azote.

Même acide.

N° 8. — Nitrate de potasse. . 0gr,800 Azote. . 0gr,1107
Acide normal. 19,3
Acide de l'analyse. 0,3
D'où 0gr,1107 d'azote.
10cc d'acide normal = 0gr,1125 d'azote.

N° 9. — Nitrate de potasse. . 0gr,040 Azote. . 0gr,00554
Acide normal. 23,4
Acide de l'analyse. 0,3
D'où 0gr,00555 d'azote.
10cc d'acide normal = 0gr,005625 d'azote.

N° 10. — Nitrate de potasse. . 0gr,020 Azote. . 0gr,00277
Acide normal. 23,4
Acide de l'acide. 11,5
D'où 0gr,002817 d'azote.
10cc d'acide normal = 0gr,005625 d'azote.

Dosage de l'azote des nitrates, lorsque ce sel est mêlé à une matière organique (sucre, acide oxalique).

N° 11. — Nitrate de potasse. . 0gr,200 Azote. . 0gr,0277
Acide oxalique. . 0gr,500
Acide normal. 20,0
Acide de l'analyse. 11,0
D'où 0gr,02763 d'azote.
10cc d'acide normal = 0gr,0614 d'azote.

N° 12. — Nitrate de potasse. . 0gr,200 Azote. . 0gr,0277
Acide oxalique. 0gr,500
Acide normal. 20,00
Acide de l'analyse 10,90
D'où 0gr,0279 d'azote.
10cc d'acide normal = 0gr,0614 d'azote.

N° 13. — Nitrate de potasse. . 0gr,200 Azote. . [illegible],0277
Sucre. . . . 0gr,500
Acide normal. 20,0
Acide de l'analyse. 11,0
D'où 0gr,0276 d'azote
Même acide.

N° 14. — Nitrate de potasse. . 0gr,200 Azote. . 0gr,0277
Sucre. . . . 0gr,500
Acide normal. 20,2
Acide de l'analyse. 11,2
D'où 0gr,0274 d'azote.
Même acide.

Analyses toutes récentes faites par M. Stœsner, en opérant sur de petites quantités de nitrate. (Toutes ces analyses ont été titrées par M. Ville.)

N° 15. — Nitrate de potasse. . 0gr,010 Azote. . 0gr,001384
Acide normal. 25,4
Acide de l'analyse. 17,5
D'où 0gr,00146 d'azote.
10cc d'acide normal = 0gr,005625 d'azote.

N° 16. — Nitrate de potasse. . 0gr,010 Azote. . 0gr,001384
Acide normal. 25,4
Acide de l'analyse. 17,3
D'où 0gr,00146 d'azote.
Même acide.

N° 17. — Nitrate de potasse. . 0gr,006 Azote. . 0gr,000831
Acide normal. 14,8
Acide de l'analyse. 12,15
D'où 0gr,00100 d'azote.
Même acide.

N° 18. — Nitrate de potasse. . 0gr,00982 Azote. . 0gr,00136
Acide normal. 14,8
Acide de l'analyse. 10,8
D'où 0gr,00152 d'azote.
Même acide.

II. — ASSIMILATION DES NITRATES PAR LES VÉGÉTAUX

ÉLÉMENTS NUMÉRIQUES.

(Expériences rapportées page 234).

Colzas cultivés avec 0,50 *de nitre.*

Expérience A. — Récolte sèche. 5gr,45.

Dosage de l'azote :

	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	0,100	0,500
Acide normal..	20,1	21,0
Acide de l'analyse..	15,7	19,7
Azote. . .	1,36 p. 100.	Azote. . . 1,25 p. 100.

En moyenne. . . 1,30 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,00625 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,1011 d'azote.

Expérience B. — Récolte sèche. 5gr,14.

	gr.
Matière.	0,100
Acide normal.	20,1
Acide de l'analyse . . .	16,0

Azote. . . 1,28 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00625 d'azote.

Expérience C. — Récolte sèche. 5gr,02.

	I.	II.
	gr.	gr.
Matière..	0,50	0,5
Acide normal..	20,7	21,0
Acide de l'analyse..	16,1	9,6
Azote. . .	1,35 p. 100 .	Azote. . . 1,35 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,03055 d'azote.
Analyse n° II. . . . 0gr,1011 d'azote.

Blé poulard cultivé avec 0gr,765 de nitre.

Expérience D. — Récolte sèche. 26gr,37.

	gr.
Matière.	0,500
Acide normal.	20,3
Acide de l'analyse. . . .	13,8

Azote . 0,81 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,01266 d'azote.

Expérience D. — Sable. 1005gr,00.

	gr.
Matière.	20,0
Acide normal.	20,3
Acide de l'analyse. . .	18,9

Azote. . 0,0044 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,01266 d'azote.

Colzas cultivés avec 1 gramme de nitre.

(Expériences rapportées page 240.)

Expérience E. — Récolte sèche. 7gr,75.

	I.	II.
	gr.	gr.
Matière	1,50	0,10
Acide normal.	21,9	20,1
Acide de l'analyse.	16,1	13,0
Azote. . . 2,21 p. 100.	Azote. . .	2,21 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,125 d'azote.

Analyse n° II. . . . . 0gr,00625 d'azote.

Expérience F. — Récolte sèche. 15gr,20.

	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	1,0	0,2
Acide normal.	21,9	19,9
Acide de l'analyse.	17,7	11,9
Azote. . . 2,40 p. 100.	Azote. . .	2,51 p. 100.

En moyenne. . 2,45 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,125 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,0125 d'azote.

Expérience G. — Récolte sèche. 10gr,77.

	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	1,0	0,4
Acide normal.	20,2	21,0
Acide de l'analyse.	6,6	19,4
Azote. . . 2,06 p. 100.	Azote. . . 1,92 p. 100.	

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,03055 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,1011 d'azote.

Expérience H. — Récolte sèche. 22gr,28.

	PLANTE.	RACINE.
	gr.	gr.
Matière.	0,4	0,6
Acide normal.	20,1	20,1
Acide de l'analyse.	12,1	11,8
Azote. . 1gr,26 p. 100.	Azote. . 0gr,87 p. 100.	

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,01266 d'azote.

Blé de mars cultivé dans le sable pur.

(Expériences rapportées pages 242, 243, 244.)

Expérience I, n° 1. — Récolte sèche. 7gr,64.

	PAILLE.	
	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	0,748	0,629
Acide normal.	17,8	19,4
Acide de l'analyse.	10,9	12,5
Azote. . . 0,58 p. 100.	Azote. . . 0,48 p. 100.	

En moyenne. . 0,51 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,01125 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,00868 d'azote.

	GRAINS.	
	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	0,31	0,31
Acide normal..	17,8	19,4
Acide de l'analyse..	10,2	9,9
Azote. . . 1,54 p. 100.	Azote. . . 1,44 p. 100.	

En moyenne. . . 1,49 p. 100.

10 centimètres cubes de l'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,01125 d'azote
Analyse n° II. . . . 0gr,00868 d'azote.

Expérience I, n° II. — Récolte sèche. 8gr,63.

	PAILLE.	
	I.	II.
	gr.	gr.
Matière...	0,719	1,434
Acide normal..	17,8	20,7
Acide de l'analyse..	11,9	18,0
Azote. . . 0,52 p. 100.	Azote. . . 0,46 p. 100.	

En moyenne. . 0,49 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,01125 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,05055 d'azote.

	GRAINS.	
	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	0,318	0,535
Acide normal..	17,8	20,7
Acide de l'analyse.	10,2	17,5
Azote. . . 1,51 p. 100.	Azote. . . 1,46 p. 100.	

En moyenne.. 1,49 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,01125 d'azote.
Analyse n° II . . . . 0gr,05055 d'azote.

Blé de mars cultivé avec 0gr,792 *de nitre.*

Expérience J, n° I. — Récolte sèche. 26gr,9.

	PAILLE.	
	I.	II.
	gr.	gr.
Matière	0,5	1,0
Acide normal	17,8	18,7
Acide de l'analyse	13,5	16,3
Azote	0,54 p. 100.	Azote 0,64 p. 100.

En moyenne. 0,59 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,01125 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,05055 d'azote.

	GRAINS.	
	I.	II.
	gr.	gr.
Matière	0,375	0,622
Acide normal	17,8	18,7
Acide de l'analyse	7,9	15,4
Azote	1,66 p. 100.	Azote 1,43 p. 100.

En moyenne. 1,55 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,01125 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,05055 d'azote.

Expérience J, n° II. — Récolte sèche. 26gr,52.

	PAILLE.	
	I.	II.
	gr.	gr.
Matière	0,5	1
Acide normal	17,8	18,7
Acide de l'analyse	13,2	16,6
Azote	0,58 p. 100.	Azote 0,57 p. 100.

En moyenne. 0,575 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,01125 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,05055 d'azote.

	GRAINS.	
	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	0,395	0,728
Acide normal.	17,8	18,7
Acide de l'analyse.	7,5	14,75
Azote. . . 1,65 p. 100.	Azote. . . 1,47 p. 100.	

En moyenne. . 1,56 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,01125 d'azote.
Analyse n° II. . . . 0gr,05055 d'azote.

Blé poulard cultivé avec 1gr,72 *de nitre* (1855).

Expérience L. — Récolte sèche. 37gr,37.

	PAILLE.	
	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	0,40	0,50
Acide normal.	20,1	20,1
Acide de l'analyse.	10,3	7,5
Azote. . . 0,76 p. 100.	Azote. . . 0,78 p. 100.	

	GRAINS.
	gr.
Matière.	0,15
Acide normal.	20,1
Acide de l'analyse. . . .	4,4

Azote. . . 3,25 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00625 d'azote.

Sable. . . . 847gr,00.

	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	10,00	20,00
Acide normal.	20,1	20,1
Acide de l'analyse.	18,8	17,5
Azote. . . 0,004 p. 100.	Azote. . . 0,004 p. 100.	

Même acide.

Expérience M. — Récolte sèche. 41gr,56.

	PAILLE.	GRAINS.
	gr.	gr.
Matière.	0,805	0,338
Acide normal.	17,8	17,8
Acide de l'analyse.	8,3	7,6

Azote. . . 0,75 p. 100. Azote. . . 0,66 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,01125 d'azote.

Sable. . . . 1007gr,00

	I.
	gr.
Matière.	20,00
Acide normal.	20,03
Acide de l'analyse. . . .	18,08

Azote. . . 0,044 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00868 d'azote.

Colzas cultivés avec 0gr,264 *de sel ammoniac.*

(Expériences rapportées page 248.)

Expérience N. — Récolte sèche. 3gr,20.

	gr.
Matière.	0,5
Acide normal.	21,0
Acide de l'analyse. . . .	19,6

Azote. . . 1,35 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,1011 d'azote.

Expérience O. — Récolte sèche. 3gr,29.

	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	0,295	0,1
Acide normal.	20,2	20,1
Acide de l'analyse.	17,5	15,6

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,0305 d'azote.
Analyse n° II. . . . 0gr,00625 d'azote.

Colza cultivé avec 0gr,52 *de sel ammoniac.*

Expérience P. — Récolte sèche. 6gr,80.

	gr.
Matière.	0,2
Acide normal.	19,9
Acide de l'analyse. . . .	14,9

Azote. . 1gr,57 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,125 d'azote.

Blé de mars cultivé avec 0gr,419 *de sel ammoniac.*

Expérience R, n° I. — Récolte sèche. 20gr,33.

	PAILLE. gr.	GRAINS. gr
Matière.	0,673	0,381
Acide normal.	17,8	17,8
Acide de l'analyse.	12,0	8,2
Azote. . . 0,54 p. 100.	Azote. . .	1,59 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,01125 d'azote.

Expérience R, n° II. — Récolte sèche. 17gr,33.

	PAILLE. gr.	GRAINS. gr.
Matière.	0,732	0,380
Acide normal.	17,8	17,8
Acide de l'analyse.	11,9	8,6
Azote. . . 0,51 p. 100.	Azote. . .	1,52 p. 100.

Même acide.

Blé de mars cultivé avec 0gr,314 *de nitrate d'ammoniaque.*

Expérience S, n° I. — Récolte sèche. 15gr,92.

	PAILLE. I. gr.	PAILLE. II. gr.
Matière.	0,688	0,640
Acide normal.	17,8	19,4
Acide de l'analyse.	12,7	12,8
Azote. . . 0,47 p. 100.	Azote. . .	0,46 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,01125 d'azote.
Analyse n° II. . . . 0gr,00868 d'azote.

	GRAINS.
	gr.
Matière.	0,352
Acide normal.	17,8
Acide de l'analyse. . . .	8,6

Azote. . . 1,65 p. 100

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,01125 d'azote.

Expérience S, n° II. — Récolte sèche. 20gr,42.

	PAILLE.	
	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	0,68	1,36
Acide normal	17,8	20,7
Acide de l'analyse.	13,4	18,5
Azote. . . 0,41 p. 100.	Azote. . . 0,39 p. 100.	

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,01125 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,05055 d'azote.

	GRAINS.
	gr.
Matière.	0,355
Acide normal.	17,8
Acide de l'analyse. . . .	9,3

Azote. . . 1,51 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,01125 d'azote.

Blé de mars cultivé avec 0gr,850 de phosphate d'ammoniaque.

Expérience T, n° I. — Récolte sèche. 16gr,73.

	PAILLE.
	gr.
Matière.	0,706
Acide normal.	17,8
Acide de l'analyse. . . .	12,2

Azote. . . 0,50 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,01125 d'azote.

	GRAINS.	
	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	0,348	1,132
Acide normal.	17,8	20,7
Acide de l'analyse.	10,3	14,3
Azote. . . 1,36 p. 100.	Azote. . .	1,38 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,01125 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,05051 d'azote.

Expérience T, n° II. — Récolte sèche.

	PAILLE.	GRAINS.
	gr.	gr.
Matière.	0,733	0,355
Acide normal.	17,8	17,8
Acide de l'analyse.	11,8	9,0
Azote. . . 0,52 p. 100.	Azote. . .	1.56 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,01125 d'azote.

III. — PRODUITS QUI NAISSENT DE LA DÉCOMPOSITION DES MATIÈRES ORGANIQUES

ÉLÉMENTS NUMÉRIQUES.

DÉCOMPOSITION DE LA GRAINE DE LUPIN DANS UN SOL SANS CULTURE.

(Expérience rapportée page 265.)

*Expérience T**. — Sable. . . 1001gr,00

	I	II
	gr.	gr.
Matière.	10,00	20,00
Acide normal.	17,7	17,7
Acide de l'analyse.	15,05	12,4

Azote. 0,0093 p. 100. Azote. 0,0093 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00618 d'azote.

DÉCOMPOSITION DE LA GRAINE DE LUPIN DANS UN SOL CULTIVÉ.

Dosage de l'azote restant dans le sable des pots.

(Expériences rapportées page 267.)

Expérience U. — Pot n° 1. — Sable. . . . 913gr,00.

	I	II
	gr.	gr.
Matière.	10,00	20,00
Acide normal.	21,10	17,9
Acide de l'analyse.	17,70	12,0

Azote. 0,00996 p. 100. Azote. 0,00995 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00618 d'azote.

Pot n° 2. — Sable. . . . 906gr,00.

	I	II
	gr.	gr.
Matière.	10,00	20,00
Acide normal.	19,9	17,7
Acide de l'analyse.	16,9	10,5

Azote. 0,0093 p. 100. Azote. 0,0125 p. 100.

En moyenne. . . 0,0109 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00618 d'azote.

Pot n° 3. — Sable. . . . 929gr,00.

	I	II
	gr.	gr.
Matière.	10,00	20,00
Acide normal.	19,9	17,7
Acide de l'analyse..	16,6	11,4

Azote. 0,0102 p. 100. Azote. 0,0112 p. 100.

En moyenne. . . 0,0107 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00618 d'azote.

Pot n° 4. — Sable. . . 888gr,00.

	I	II
	gr.	gr.
Matière.	10,00	20,00
Acide normal.	19,9	17,7
Acide de l'analyse.	15,6	11,9

Azote. 0,013 p. 100. Azote. 0,101 p. 100.

En moyenne. . . 0,0115 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00618 d'azote.

Pot n° 5. — Sable. . . 960gr,00.

	I	II
	gr.	gr.
Matière.	10,00	20,00
Acide normal.	19,9	17,7
Acide de l'analyse.	16,5	12,0

Azote. 0,0110 p. 100 Azote. 0,0105 p. 100.

En moyenne. . . 0,0106 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00618 d'azote.

DOSAGES D'AZOTE.

RÉCOLTES OBTENUES DANS LES POTS PRÉCÉDENTS.

Expériences U. Pot n° 1. — Récolte sèche. . . . 14gr,15.

	I	II
	gr.	gr.
Matière.	0,40	0,50
Acide normal.	22,7	19,7
Acide de l'analyse.	10,7	5,6

Azote. 0,76 p. 100. Azote. 0,86 p. 100.

En moyenne. . . 0,81 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,0066 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,00618 d'azote.

Pot n° 2. — Récolte sèche. . . 16gr,72.

	I	II
	gr.	gr.
Matière.	0,40	0,50
Acide normal.	19,95	19,7
Acide de l'analyse.	9,4	6,5

Azote. 0,87 p. 100 Azote. 0,83 p. 100.

En moyenne. . . 0,85 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,0066 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,00618 d'azote.

Pot n° 3. — Récolte sèche. . . 14gr,37.

	I	II
	gr.	gr.
Matière.	0,4	0,5
Acide normal.	19,95	19,7
Acide de l'analyse.	9,00	6,7

Azote. 0,907 p. 100 Azote. 0,82 p. 100.

En moyenne. . . 0,86 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,0066 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,00618 d'azote.

Pot n° 4. — Récolte sèche. . . 9gr,40.

	gr.
Matière.	0,4
Acide normal.	19,95
Acide de l'analyse.	8,40

Azote. 0,96 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,0066 d'azote.

Pot n° 5. — Récolte sèche. . . 17gr,50.

	gr.	gr.
Matière.	0,4	0,5
Acide normal.	19,95	19,7
Acide de l'analyse.	9,40	5,8

Azote 0,875 p. 100. Azote. 0,87 p. 100.

En moyenne. . . 0,87 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,0066 d'azote.
Analyse n° II . . . . . 0gr,00618 d'azote.

(Expériences rapportées page 267.)

Pot n° 6. Sable. . . 894gr,00.

	I	II
	gr.	gr.
Matière.	20,00	20,00
Acide normal.	20,1	20,1
Acide de l'analyse.	16,5	13,2

Azote. 0,0112 p. 100. Azote. 0,0105 p. 100.

En moyenne. . . 0,0108 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00625 d'azote.

Pot n° 7. — Sable. . . 911gr,00.

	I.	II.
	gr.	gr.
Matière.	10,00	20,00
Acide normal	10,1	20,1
Acide de l'analyse.	16,1	13,2

Azote. 0,0124 p. 100. Azote. 0,0105 p. 100.

En moyenne. . 0,0114 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00625 d'azote.

Pot n° 6. — Récolte sèche. . . 23gr,24.

	PAILLE.	
	I	II
	gr.	gr.
Matière.	0,4	0,5
Acide normal.	20,1	20,2
Acide de l'analyse.	10,6	8,2
	Azote. 0,74 p. 100.	Azote. 0,74 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00625 d'azote.

	GRAINS.
	gr.
Matière.	0,15
Acide normal.	20,1
Acide de l'analyse.	6,8
	Azote. 2,76 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00625 d'azote.

Pot n° 7. — Récolte sèche. . . 21gr,36.

	PAILLE.	GRAINS.
	gr.	gr.
Matière.	0,40	0,15
Acide normal.	20,1	20,1
Acide de l'analyse.	10,4	6,5
	Azote. 0,75 p. 100.	Azote. 2,82 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00625 d'azote.

Expérience X, rapportée page 275.

POTS SANS VÉGÉTATION.

Pot n° 1. — Sable. . . . . 1005 grammes.

	gr.
Matière.	20,0
Acide normal.	20,2
Acide de l'analyse.	18,8
	Azote. 0,0043 pour 100.

Pot n° 2. — Sable. . . . . 1002 grammes.

	gr.
Matière.	20,0
Acide normal.	20,2
Acide de l'analyse.	18,7

Azote. 0,0047 pour 100.

Pot n° 3. — Sable. . . . . 997 grammes.

	gr.
Matière.	20,0
Acide normal.	20,2
Acide de l'analyse.	18,9

Azote. 0,040 pour 100.

Pot n° 4. — Sable. . . . . 999 grammes.

	gr.
Matière.	20,0
Acide normal.	20,2
Acide de l'analyse.	19,2

Azote. 0,0032 pour 100.

10 centimètres cubes de l'acide normal employé pour les analyses = 0,001266.

Expérience Y, rapportée page 275.

POTS CULTIVÉS.

Pot n° 1. — Sable. . . . . 1012 grammes.

	gr.
Matière.	20,0
Acide normal.	15,9
Acide de l'analyse..	14,2

Azote. 0,0046 pour 100.

Pot n° 2. — Sable. . . . . 1003 grammes.

	gr.
Matière.	20,0
Acide normal.	15,9
Acide de l'analyse.	14,2

Azote. 0,0046 pour 100.

10 centimètres cubes de l'acide normal employé pour ces deux analyses = 0gr,00868 d'azote.

Pot n° 3. — Sable. . . . . 1007 grammes.

	gr.
Matière.	20,0
Acide normal.	17,8
Acide de l'analyse.	16,4

Azote. 0,0038 pour 100.

Pot n° 4. — Sable. . . . . 1022 grammes.

	gr.
Matière.	20,0
Acide normal.	17,8
Acide de l'analyse.	16,3

Azote. 0,0040 pour 100.

10 centimètres cubes de l'acide normal employé pour les analyses 3 et 4 = 0gr,01125 d'azote.

Blé de mars cultivé avec 1gr,885 *de graines de lupin.*

Expérience Z, rapportée page 276.

Pot n° 1. — Récolte sèche. . . . . 21gr,76.

	PAILLE. gr.
Matière.	1,264
Acide normal.	18,7
Acide de l'analyse.	16,6

Azote. 0,45 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,05055 d'azote.

	GRAINS. I gr.	II gr.
Matière.	0,693	0,587
Acide normal.	18,7	19,4
Acide de l'analyse.	15,5	7,0
	Azote. 1,42 p. 100.	Azote. 1,43 p. 100.

10 centimètre cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,05055 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,00868 d'azote.

Pot n° 2. — Récolte sèche. 20gr,60

	PAILLE. I	PAILLE. II
	gr.	gr.
Matière.	1,489	1,364
Acide normal.	18,7	20,7
Acide de l'analyse.	16,3	18,0
	Azote. 0,44 p. 100.	Azote. 0,48 p. 100.

	GRAINS.
	gr.
Matière.	0,637
Acide normal..	18,7
Acide de l'analyse.	15,3

Azote. 1,44 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,05055 d'azote.

Pot n° 3. — Récolte sèche. . .

	PAILLE.	GRAINS.
	gr.	gr.
Matière.	1,60	0,345
Acide normal..	20,7	19,4
Acide de l'analyse.	18,0	8,6
	Azote. 0,41 p. 100.	Azote. 1,34 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,05055 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,00868 d'azote.

Pot n° 4. — Récolte sèche. . . . . 17gr,83.

	PAILLE.	GRAINS.
	gr.	gr.
Matière.	1,52	0,850
Acide normal.	20,7	20,7
Acide de l'analyse	17,9	15,9
	Azote. 0,44 p. 100.	Azote. 1,39 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,05055 d'azote.

POT SANS CULTURE FUMÉ AVEC GÉLATINE.

Expérience A a.

Sable. . . . . 1120 grammes.

	gr.
Matière.	20,0
Acide normal.	15,9
Acide de l'analyse.	14,3

Azote. 0,00436 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00868 d'azote.

BLÉ DE MARS CULTIVÉ AVEC LA GÉLATINE.

Expérience A b.

Pot n° 1. — Sable. . . . 1027 grammes.

	gr.
Matière.	20,0
Acide normal.	15,9
Acide de l'analyse.	14,3

Azote. 0,0041 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr00868 d'azote.

Pot n° 2. — Sable. . . . 1025 grammes.

	gr.
Matière.	20,0
Acide normal.	15,9
Acide de l'analyse.	14,2

Azote. 0,0047 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00868 d'azote.

BLÉ DE MARS CULTIVÉ AVEC LA GÉLATINE.

Expérience A c.

Pot n° 1. — Récolte sèche. . . . . 22gr,39.

	PAILLE.	GRAINS.
	gr.	gr.
Matière.	1,320	0,668
Acide normal.	18,7	18,7
Acide de l'analyse.	16,15	14,8
	Azote. 0,46 p. 100.	Azote. 1,57 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,05055.

Pot n° 2. — Récolte sèche. . . . 22gr,66.

	PAILLE.	
	I	II
	gr.	gr.
Matière.	1,399	0,810
Acide normal.	18,7	19,4
Acide de l'analyse.	16,7	11,2
	Azote. 0,39 p. 100.	Azote. 0,40 p. 100.

10 centimètres cubes d'acide normal =

Analyse n° I. . . . . 0gr,05055 d'azote.
Analyse n° II. . . . . 0gr,00868 d'azote.

	GRAINS.
	gr.
Matière.	0,713
Acide normal.	18,7
Acide de l'analyse	14,9

Azote. 1,53 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,05055 d'azote.

IV. — DISCUSSION DE MES PREMIÈRES EXPÉRIENCES : VÉRIFICATION DE LEURS RÉSULTATS.

BLÉ DE MARS CULTIVÉ DANS DES POTS DE TOILE.

(Expérience rapportée page 289.)

Pot n° I. — Récolte sèche. . . . . gr. 3,29.

	PAILLE. gr.
Matière.	0,329
Acide normal.	15,9
Acide de l'analyse.	12,7

Azote 0,55 pour 100

Pot n° 2. — Récolte sèche. . . . . gr. 4,09.

	PAILLE. gr.
Matière.	0,409
Acide normal.	15,9
Acide de l'analyse.	11,0

Azote 0,60 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00868 d'azote.

VÉGÉTATION DANS UN APPAREIL FERMÉ.

(Expériences des tabacs rapportées page 293.)

(1855.)

	gr.
Tabac repiqué.	1,0
Acide normal.	21,8
Acide de l'analyse.	14,7

Azote 4,07 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,125 d'azote.

	gr.
Tabac n° 1. — Récolte sèche.	5,77
	gr.
Matière.	0,20
Acide normal.	19,9
Acide de l'analyse.	12,9

Azote 2,2 pour 100.

	gr.
Tabac n° 2. — Récolte sèche.	5,81.
	gr.
Matière.	0,30
Acide normal.	19,9
Acide de l'analyse.	10,3

Azote 2,05 pour 100.

10 centimètres cubes de l'acide employé pour ces deux analyses = 0gr,0125 d'azote.

EXPÉRIENCE DE 1856.

TABAC REPIQUÉ DANS LES POTS 1 ET 4.

	I	II
	gr.	gr.
Matière.	0,2	0,1
Acide normal.	15,9	15,9
Acide de l'analyse. . .	5,0	10,2
	Azote 2,97 p. 100.	Azote 3,11 p. 100.

En moyenne. . . 3gr,04.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00868 d'azote.

TABAC REPIQUÉ DANS LES POTS 2 ET 3.

	gr.
Matière.	0,10
Acide normal.	15,9
Acide de l'analyse	9,4

Azote 3,55 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal = 0gr,00868 d'azote.

Expérience.

	gr.
Tabac n° 1. — Récolte sèche.	6,96
	gr.
Matière.	0,40
Acide normal.	15,9
Acide de l'analyse.	8,8

Azote 0,97 pour 100.

	gr.
Tabac n° 2. — Récolte sèche.	4,65
	gr.
Matière.	0,40
Acide normal.	15,9
Acide de l'analyse.	5,7

Azote 1,36 pour 100.

	gr.
Tabac n° 3. — Récolte sèche.	9,82
	gr.
Matière.	0,40
Acide normal.	15,9
Acide de l'analyse.	8,4

Azote 1,02 pour 100.

	gr.
Tabac n° 4. — Récolte sèche.	1,81
	gr.
Matière.	0,40
Acide normal.	16,9
Acide de l'analyse.	8,2

Azote 1,05 pour 100.

10 centimètres cubes d'acide normal employé pour les quatre analyses = 0gr,00868 d'azote.

QUELQUES FAITS

POUR SERVIR A LA

THÉORIE

DE

LA PRODUCTION AGRICOLE (*)

Pour faire la théorie de la production agricole, il faut connaître la part que chaque élément du sol prend à la nutrition des végétaux. Bien qu'on possède sur ce point quelques notions importantes, cependant, si l'on veut élever cette question à la hauteur d'un problème défini scientifiquement, tout reste à peu près à faire. Plus un problème est complexe, plus il importe de se rendre un compte exact de tous les termes qu'il comprend, avant d'en chercher la solution. Cette analyse préalable est surtout indis-

(*) Publié pour la première fois le 31 août 1857. *Opuscule* in-8°, chez Victor Masson, page 143.

[illegible] expériences suivantes :

	I		
Phosphates		Phosphates	
Sulfates	Terreux.	Sulfates	Alcalins.
Chlorures		Chlorures.	
Silicates	Alcalins	Carbonates	Terreux.
[illegible]		Silice gélatineuse.	

III		IV	
Phosphates		Phosphates .	
Sulfates . . .	Terreux	Sulfates . .	Alcalins
Chlorures . . .		Chlorures . .	

V		VI	
Carbonates .	Terreux.	Carbonates	Terreux.
Silicates . . .	Alcalins		

VII		VIII
Silicates . . .	Alcalins.	Sable pur.

« Le n° 1 contient tous les éléments minéraux de la terre végétale; le n° 8 n'en contient aucun : il est réduit à l'élément mécanique seul; les termes intermédiaires correspondent à des terrains plus ou moins richement pourvus.

« Dans la nature, les choses ne se passent pas aussi simplement que dans nos laboratoires; la partie nutritive de la

- Sol.
  - Éléments organiques . . . . .
    - Sable.
    - Argile.
    - Gravier.
  - Assimilables actifs. . .
    - Organiques . .
      - Humus.
      - Ammoniaque.
    - Minéraux . . .
      - Acide phosphorique.
      - Acide sulfurique.
      - Acide nitrique.
      - Chlore.
      - Silice.
      - Potasse.
      - Soude.
      - Chaux.
      - Magnésie.
      - Oxyde de fer.
      - Oxyde de manganèse.
  - Assimilables en réserve . . . .
    - Détritus organiques.
    - Minéraux indécomposés.

« Or, il s'agit de connaître l'action de la partie organique et de la partie minérale des éléments assimilables contenus dans le sol; pour cela, à du sable calciné qui représente l'élément mécanique, pur et isolé, on ajoute séparément toutes les matières organiques qu'on trouve dans la terre végétale. Parmi ces matières, les unes ne contiennent que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène; ce sont les congénères de l'humus; les autres contiennent de l'azote en plus et se rapprochent, par leurs propriétés, des déjections animales.

« Ainsi l'on expérimente successivement sur les matières sans azote et sur les matières azotées, et on constate l'action de chacune; on passe ensuite à l'étude des éléments minéraux.

« Ici le sujet se complique, et l'expérience présente plus de difficultés.

« Les éléments minéraux contiennent de l'acide phos-

phorique, de l'acide sulfurique, de la potasse, de la chaux, de la magnésie, etc. Dans l'impossibilité d'essayer séparément l'action des acides et des bases, qui à cause de leurs propriétés corrosives ou caustiques feraient périr les plantes, on est forcé de les combiner ensemble; mais comme il peut se faire que les acides, les terres et les alcalis exercent une action différente suivant l'ordre de leur combinaison, on devra multiplier les essais de manière à réaliser tous les modes de combinaison possibles; en procédant ainsi, on est conduit à instituer les expériences suivantes :

I		II	
Phosphates. .	Terreux.	Phosphates. .	Alcalins.
Sulfates . . .		Sulfates . . .	
Chlorures. . .		Chlorures. . .	
Silicates . . .	Alcalins.	Carbonates . . .	Terreux.
Oxyde de fer.		Silice gélatineuse.	

III		IV	
Phosphates. .	Terreux.	Phosphates. .	Alcalins.
Sulfates . . .		Sulfates . . .	
Chlorures. . .		Chlorures. . .	

V		VI	
Carbonates. .	Terreux.	Carbonates. .	Terreux.
Silicates . . .	Alcalins		

VII		VIII
Silicates . . .	Alcalins.	Sable pur.

« Le n° 1 contient tous les éléments minéraux de la terre végétale; le n° 8 n'en contient aucun : il est réduit à l'élément mécanique seul; les termes intermédiaires correspondent à des terrains plus ou moins richement pourvus.

« Dans la nature, les choses ne se passent pas aussi simplement que dans nos laboratoires; la partie nutritive de la

terre végétale ne se borne jamais à une catégorie unique d'éléments. Les principes minéraux sont toujours associés à de la matière organique, et l'action de chacun d'eux doit se trouver modifiée par ce mélange; pour s'en assurer, il faut donc avoir recours à d'autres expériences dans lesquelles, à une matière organique, qui reste comme terme fixe, on ajoute successivement les mélanges minéraux déjà expérimentés : ainsi on constate à nouveau l'effet des matières minérales et organiques lorsqu'elles agissent ensemble, et on réalise par la pratique les conditions les plus variées dans lesquelles le développement d'un végétal puisse avoir lieu.

« Mais le problème de la production végétale n'est pas encore résolu : dans les expériences qui précèdent, on a toujours opéré dans le sable pur; or le sable n'est pas le seul élément mécanique qui entre dans la composition de la terre végétale; l'argile et le calcaire s'y rencontrent fréquemment, et, suivant que l'un de ces trois éléments prédomine, la nature et les propriétés des sols changent complétement. Pour se rendre compte de cette cause de variations, il faut donc répéter toutes les expériences qui précèdent, en opérant séparément dans des sols argileux et calcaires, ce qui permet finalement de constater, en dehors de toute hypothèse, l'influence que la nature des éléments mécaniques et assimilables exerce sur le développement des végétaux.

« Mais, pour que ces expériences aient toute leur valeur, il ne suffit pas de connaître l'effet produit par l'addition de telle ou telle substance dans un sol formé de sable ou d'argile; il faut savoir de plus combien les plantes ont absorbé de ces substances, et par conséquent combien il en reste dans le sol après la récolte. Pour acquérir cette connaissance, il faut donc faire l'analyse exacte de toutes les récoltes et de tous les sols. A cette condition seulement, on

peut fonder l'emploi des agents de fertilité sur des principes rationnels.

« Il est vrai que la culture ne se fait pas en plein champ comme dans un laboratoire; il conviendrait donc que des séries d'expériences, analogues à celles dont nous venons de tracer le plan, et que nous supposons exécutées dans des conditions idéales de précision, fussent entreprises en pleine terre, en agissant sur des sols de nature et de fertilité différentes, afin de connaître la limite des écarts qui se produiraient entre le résultat scientifique et le résultat pratique.

« Le principe rationnel ne changerait pas, mais il éprouverait dans l'expression de ses effets une modification qui serait déterminée par l'expérience, et l'agriculture pourrait alors appliquer ces résultats avec une entière sécurité. »

Ainsi le premier point à résoudre, c'est de déterminer l'importance comparée des éléments organiques et minéraux (assimilables) du sol; pour y parvenir, j'ai institué trois expériences : dans la première, on cultive du blé dans de la terre ordinaire de jardin; dans la seconde, on répète la même culture sur cette terre dont on a préalablement détruit tous les éléments organiques par une calcination de plusieurs heures au moufle; dans la troisième, on se borne à cultiver du blé dans du sable calciné.

Voici les résultats de ces trois expériences :

ON A SEMÉ VINGT GRAINS DE BLÉ DANS CHAQUE POT.

	BONNE TERRE.		TERRE CALCINÉE.		SABLE CALCINÉ.
	gr.		gr.		gr.
Paille et racines.	27,88		5,08		5,38
139 grains. . . .	10,84	32 grains. . .	1,38	46 grains. . .	1,37
	38,72		6,46		6,75

Ces expériences attribuent, on le voit, une grande influence aux matières organiques; en comparant les résultats obtenus dans la terre calcinée à ceux obtenus dans le sable, on semblerait autorisé à nier l'utilité des matières salines : avant de tirer cette conclusion, il faut savoir si les matières salines, pour exercer une action favorable, n'exigent pas la présence d'une matière organique, et *vice versâ*. Pour décider ce point, il eût fallu faire une quatrième expérience, dans laquelle on eût ajouté à du sable calciné la matière organique de la bonne terre.

Dans l'impossibilité d'exécuter cette expérience, j'ai suivi une autre voie, et j'ai cherché, comme je l'indique précédemment, ce qui arrive si on cultive la même plante dans du sable additionné seulement de certains mélanges salins, et lorsqu'on ajoute à ces mélanges de la matière organique.

CULTURE DANS LE SABLE CALCINÉ.

Mélanges salins employés.

I

	gr.	
Phosphate de chaux	2,61	Sels terreux. Silicates alcalins.
Phosphate de magnésie	3,80	
Sulfate de chaux	0,10	
Chlorure de sodium	0,10	
Oxyde de fer	0,10	
Silicate de potasse	3,09	
Silicate de soude	0,26	

II

	gr.	
Phosphate de potasse	2,17	Sels alcalins. Terres.
Phosphate de soude	0,72	
Sulfate de soude	0,10	
Chlorure de sodium	0,10	
Chaux caustique	0,90	
Carbonate de magnésie	0,96	
Oxyde de fer	0,10	
Silice gélatineuse.		

III

	gr.	
Phosphate de potasse.	2,17	Sels alcalins sans terres.
Phosphate de soude.	0,72	
Sulfate de soude.	0,10	
Chlorure de sodium.	0,10	
Oxyde de fer	0,10	

IV

	gr.	
Phosphate de chaux.	2,61	Sels terreux sans alcalis.
Phosphate de magnésie.	3,80	
Sulfate de chaux.	0,10	
Chlorure de sodium.	0,10	
Oxyde de fer.	0,10	

V

	gr.	
Chaux caustique.	0,90	Terres et alcalis sans acides.
Carbonate de magnésie.	0,96	
Bicarbonate de potasse.	1,60	
Bicarbonate de soude.	0,31	
Oxyde de fer.	0,10	

VI

	gr.	
Chaux caustique.	0,90	Terres sans alcalis ni acides.
Carbonate de magnésie.	0,96	
Oxyde de fer.	0,10	

VII

	gr.	
Bicarbonate de potasse.	1,60	Alcalis sans terres ni acides.
Bicarbonate de soude.	0,31	

VIII

Sable pur.	Pas de matières salines.

En opérant dans ces conditions, on a obtenu les résultats suivants :

I

	gr.
Paille et racines. .	6,50
43 grains.	1,63
	8,13

II

	gr.
Paille et racines. .	5,64
40 grains.	1,44
	7,08

III	gr.	IV	gr.
Paille et racines. .	5,42	Paille et racines. .	5,52
41 grains.	1,48	37 grains.	1,38
	6,90		6,90

V	gr.	VI	gr.
Paille et racines .	5,10	Paille et racines. .	4,72
33 grains.	1,10	31 grains.	0,99
	6,20		5,71

VII	gr.	VIII	gr.
Paille et racines. .	5,32	Paille et racines. .	5,98
34 grains.	1,28	26 grains.	1,37
	6,60		7,35

Ces résultats sont conformes à ceux qui précèdent et n'accusent comme eux qu'une très-faible influence de la part des matières salines, dont l'action semble même indépendante de leur nature. Si on compare la moyenne des quatre dernières cultures venues sans phosphates, à celle des quatre premières qui en ont reçu au contraire, on trouve, en effet, comme différence extrême :

RÉCOLTE MOYENNE.

DES POTS AVEC PHOSPHATES.		DES POTS SANS PHOSPHATES.	
Récolte totale. . .	7gr,25		6gr,31
40 grains	1gr,48	32 grains	1gr,18

Il résulte des expériences qui précèdent que :

Les matières salines exercent une influence très-faible

sur le blé (*) *cultivé dans le sable calciné exempt de toute matière organique azotée.*

Cette première conclusion admise, il reste encore à chercher ce qui arrive lorsque les matières salines agissent concurremment avec des matières azotées. On s'en rend compte en ajoutant à chaque mélange salin précédemment employé 1gr,855 de graine de lupin en poudre contenant 0gr,110 d'azote :

I

SELS TERREUX.
SILICATES ALCALINS.

	gr.
Paille et racines. .	16,64
103 grains	4,44
	21,08

II

SELS ALCALINS.
TERRES.

	gr.
Paille et racines. .	15,42
92 grains.	4,00
	19,42

III

SELS ALCALINS SANS TERRES.

	gr.
Paille et racines. .	15,84
106 grains.	4,44
	20,28

IV

SELS TERREUX SANS ALCALIS.

	gr.
Paille et racines. .	11,93
88 grains.	3,98
	15,91

V

TERRES ET ALCALIS SANS ACIDES.

	gr.
Paille et racines. .	12,01
78 grains.	3,12
	15,13

VI

TERRES SANS ALCALIS NI ACIDES.

	gr.
Paille et racines. .	9,18
54 grains.	1,98
	11,16

(*) Il est possible que les matières salines agissent plus activement sur d'autres plantes. Le poids des graines, la quantité de cendres qu'elles contiennent, peuvent modifier les résultats.

VII ALCALIS SANS TERRES NI ACIDES	gr.	VIII SABLE ET MATIÈRE AZOTÉE SANS MATIÈRES SALINES.	gr.
Paille et racines. .	13,54	Paille et racines. .	8,20
80 grains.	3,05	48 grains.	1,50
	16,59		9,70

Ces nouveaux résultats changent la face de la question: ils nous apprennent que les matières azotées, de même que les matières salines employées seules, ne produisent presque pas d'effet, mais que leur concours simultané détermine la production d'un excédant considérable de récolte.

I MATIÈRES SALINES SANS MATIÈRES AZOTÉES.	gr.	II MATIÈRES AZOTÉES SANS MATIÈRES SALINES.	gr.
Paille et racines. .	8,20	Paille et racines. .	8,20
43 grains.	1,63	48 grains.	1,50
	9,83		9,70

III MATIÈRES SALINES AVEC MATIÈRES AZOTÉES.	gr.
Paille et racines.	16,64
103 grains.	4,44
	21,08

On n'observe, avons-nous dit, que de très-faibles différences dans le poids des récoltes, quelles que soient les matières salines employées, si on ne les associe pas à une matière azotée; mais dès que cette association a lieu, la nature des matières salines exerce une influence remarquable, et dans l'ordre de leur importance il faut citer l'acide phosphorique, puis les alcalis, et enfin les terres.

RÉCOLTE MOYENNE.

DES QUATRE POTS AVEC ACIDE PHOSPHORIQUE.		DES QUATRE POTS SANS ACIDE PHOSPHORIQUE.	
Récolte totale. . .	19gr,17		13gr,14
97 grains	4gr,20	60 grains	2gr,40

SELS ALCALINS SANS TERRES.		SELS TERREUX SANS ALCALIS.	
Récolte totale. . .	20gr,28		11gr,93
106 grains.	4gr,44	88 grains	3gr,98

ALCALIS SANS ACIDES NI TERRES.		TERRES SANS ACIDES NI ALCALIS.	
Récolte totale. . .	16gr,59		11gr,46
80 grains	3gr,05	54 grains	1gr,98

Dans toutes les expériences qui précèdent, on a employé comme matière azotée la graine de lupin, bien qu'on l'eût fait digérer pendant six mois dans de l'eau chargée d'acide carbonique, pour la dépouiller de toutes les matières salines qu'elle contient naturellement ; je soupçonne qu'elle renfermait encore des phosphates, et craignant que la présence de ces phosphates n'ait rendu moins sensible la diminution des récoltes dans les pots qui auraient dû en être complétement privés, l'expérience a été répétée en substituant le nitrate de potasse à la graine de lupin. Cette fois les résultats ont été incomparablement plus tranchés ; dans les pots sans phosphate, la récolte diminue au moins de moitié. J'ai le regret de ne pouvoir exprimer ces différences par des chiffres, un accident m'a fait perdre en partie le bénéfice de cette expérience : pendant que les plantes séchaient, des souris les ont attaquées et ont choisi de préférence les récoltes les plus riches en grains ; heureusement la photographie de toutes les cultures avait été faite avant ce fâcheux accident, et on

peut constater ainsi la diminution considérable que produit sur les récoltes l'absence des phosphates.

Ainsi, il résulte de ce qui précède que :

1° Les matières salines exercent une action très-faible sur le blé cultivé dans le sable calciné : leur action est à peu près indépendante de leur nature ;

2° Les matières azotées employées dans les mêmes conditions, c'est-à-dire, en l'absence de toute matière saline, produisent également peu d'effet ;

3° Les résultats changent complétement si l'on associe ces deux sortes de matières : le poids de la récolte augmente beaucoup, et la nature des matières salines employées détermine alors des différences considérables ;

4° De tous les minéraux, le plus actif est l'acide phosphorique, puis viennent les alcalis, et enfin les terres.

DE L'ACTION DES MATIÈRES AZOTÉES

J'ai déjà dit qu'à égalité d'azote l'action des matières azotées varie dans de grandes proportions suivant leur nature (voyez page 260). Je rappellerai les résultats que j'ai obtenus sous ce rapport en associant différentes matières azotées aux mêmes matières salines.

MATIÈRES EMPLOYÉES COMME ENGRAIS.	PAILLE ET RACINES.	GRAINES.	MOYENNES DES RÉCOLTES.	AZOTE DE CHAQUE RÉCOLTE.	AZOTE MOYEN DES RÉCOLTES.	AZOTE MOYEN DES RÉCOLTES ET DU SOL.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Nitre	I. 20,70	6,20	26,71	0,218	0,221	»
	II. 19,22	7,50		0,224		
Sel ammoniacal . .	I. 15,10	4,95	18,85	0,161	0,142	»
	II. 17,34	3,54		0,124		
Nitre et ammoniaque	I. 12,20	3,72	18,32	0,118	0,155	»
	II. 14,87	3,86		0,149		
Phosphate d'ammoniaque.	I. 12,96	3,77	18,40	0,116	0,155	»
	II. 15,82	4,34		0,150		
Graines de lupin. .	I. 17,44	4,32	21,18	0,159	0,158	0,185
	II. 15,94	4,66		0,158		
Id. . .	III. 14,68	3,72	18,12	0,112	0,115	0,154
	IV. 14,69	3,32		0,118		
Sable gélatiné. . .	I. 16,22	6,17	22,56	0,172	0,160	0,204
	II. 16,22	5,42		0,149		

La valeur d'un agent de fécondité dépend donc de deux choses :

1° De la quantité d'azote qu'il contient, et de l'état de cet azote ;

2° De la quantité de ses matières salines, et de leur nature.

Pour faire la théorie des assolements, il faudrait déduire d'expériences positives quelle matière azotée agit le plus sur chaque espèce de plante, et à quelle matière saline il faut l'associer pour obtenir le maximum d'effet; on serait ainsi conduit à une explication rationnelle de la production agricole, et à la connaissance des lois qui la règlent.

Je reviendrai sur toutes ces questions d'une manière plus étendue; ce que j'en ai dit suffit cependant pour indiquer l'esprit dans lequel je poursuis mes recherches, et pour faire pressentir l'importance des résultats que j'ai obtenus. Mes recherches antérieures avaient porté uniquement sur le blé: cette année je les ai étendues au sarrasin et aux féverolles.

EMPLOI DE LA CHAUX SODÉE

P. S. La chaux sodée que l'on calcine à plusieurs reprises perd sa faculté comburante. Après chaque calcination, les dosages accusent une perte de 0,2 à 0,3 pour 100 d'azote; j'avais pensé d'abord que ces différences étaient dues à une perte d'eau, j'ai reconnu depuis que cette opinion n'était pas fondée: je serais disposé à croire qu'à la suite de ces calcinations successives, il se forme à la surface de chaque morceau de chaux sodée une couche de silicate qui empêche en partie la combustion des matières

organiques. Quoi qu'il en soit de cette opinion, un fait certain, c'est que la chaux sodée peut quelquefois ne brûler qu'incomplétement les matières organiques. Les chimistes qui en font un fréquent usage feront bien de se tenir en garde contre cette cause d'erreur. Avant d'employer une chaux sodée nouvellement préparée, il est toujours prudent de l'essayer sur une matière d'une composition connue.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Avant-propos 1

I et II. — L'azote de l'air peut-il servir à la nutrition des plantes? État de la question 3

III. — Expériences et opinion de Priestley et d'Ingenhousz 6

III. — Opinion de Saussure 6

Discussion des expériences de Saussure (voyez la note) 6

IV. — Expériences et opinion de M. Boussingault 8

Dispositions adoptées par M. Boussingault dans ses expériences (voyez la note) 10

V. — Opinion de M. Liebig 11

VI. — Opinion de M. Mulder 12

VII. — Plan des expériences de M. Ville 13

PREMIÈRE PARTIE.

RECHERCHE ET DOSAGE DE L'AMMONIAQUE DE L'AIR.

I. — État de la question, tentatives qui ont été faites pour doser l'ammoniaque de l'air 15

II et III. — Exposé et discussion des expériences de M. Gräger, de Mulhouse . . 16

IV. — — — de M. Kemp 17

V. — — — de M. Frésénius 18

VI. — — — de M. Is. Pierre 22

VII. — Expérience de M. Graham 25

VIII. — Insuffisance des volumes d'air sur lesquels MM. Gräger, Kemp, Frésénius et Is. Pierre ont opéré 26

IX. — Dosages de M. Georges Ville 27

Description générale de l'appareil (voyez la planche et la légende) . . 27

Laveurs à pointes 28

Construction, jaugeage des aspirateurs 100

Calcul de la capacité des aspirateurs 102

Pages

Essai des aspirateurs 103
Essai du filtre de verre pour savoir s'il retient de l'ammoniaque. . 27
Essai des laveurs. 31
Analyse des liqueurs ammoniacales. 34
Essai du procédé analytique. 31
Nouvelle méthode pour doser l'ammoniaque de l'air (voyez la note). 34
Essai de cette méthode (voyez la note). 37
Résumé général des déterminations de l'ammoniaque de l'air. . 38
Série de 1850. (*Intérieur de Paris. Jardin des Carmes.*)
Éléments analytiques de la 1re détermination. 39
— — 2e — 40
— — 3e — 41
— — 4e — 42
— — 5e — 43
— — 6e — 44
— — 7e — 45
— — 8e — 46
— — 9e — 47
— — 10e — 48
— — 11e — 49
— — 12e — 50
Série de 1852 (*Extérieur de Paris Grenelle*).
Éléments analytiques de la 13e détermination. 51
— — 14e — 52
— — 15e — 53
— — 16e — 54

DEUXIÈME PARTIE.

L'AZOTE DE L'AIR PEUT-IL SERVIR A LA NUTRITION DES PLANTES?

§ Ier. — Dispositions expérimentales adoptées par M. Ville. 55
Description générale des appareils. . . . . .
— — des cloches. 111
— — de l'appareil à dégager l'acide carbonique qu'on ajoutait à l'air. 112
Semis des plantes. 119
Repiquage des plantes. 120
Expérience de 1849. 57
Éléments analytiques.
Analyse des semences. 123
— des récoltes. 124

Pages.

Volumes d'air qui ont passé chaque jour dans la cloche :
Du 2 août au 2 septembre. 126
Du 3 septembre au 3 octobre. 127
Expérience de 1850. 59
Éléments analytiques.
Analyse des semences. 128
— des récoltes 130
Volumes d'air qui ont passé chaque jour dans la cloche.
Du 2 au 17 juillet. 133
Du 18 juillet au 17 août. 134
Du 18 août au 21 septembre. 135
Du 22 septembre au 23 octobre. 136
§ II. — L'ammoniaque contenue dans l'eau distillée n'a pas d'influence sur l'expérience 60
Dosage de l'azote contenu dans l'eau à l'état d'ammoniaque et de matière organique. 61
Influence de la nature des pots sur le succès des cultures. 62
Expérience de 1851. 63
Éléments analytiques.
Analyse des semences. 138
— des récoltes. 139
Volumes d'air qui ont passé chaque jour dans la cloche.
Du 13 au 30 juin. 142
Du 1er au 31 juillet. 143
Du 1er au 31 août. 144
Du 1er au 13 septembre. 145
Expérience de 1852. 66
Éléments analytiques.
Expérience sur le blé (voyez la note). 66
Éléments analytiques.
Analyse des semences. 146
— des récoltes. 149
Volumes d'air qui ont passé chaque jour dans la cloche.
Du 4 octobre 1851 au 3 novembre. 154
Du 4 novembre 1851 au 3 décembre. 155
Du 4 décembre 1851 au 3 janvier 1862. 156
Du 4 janvier au 3 février. 157
Du 4 février au 4 mars. 158
Du 5 mars au 3 avril. 159
Du 4 avril au 4 mai. 160
Du 5 mai au 3 juin. 161
Du 4 juin au 3 juillet. 162
Du 4 juillet au 3 août. 163

Pages.
Du 4 août au 5 septembre. 164
Du 6 septembre au 11 octobre. 165
Pourquoi les colzas d'été contiennent plus d'azote que les colzas d'automne de 1852. 69
Pourquoi la récolte de blé de 1850 contient plus d'azote que celle de 1852. 70
Pourquoi les colzas de 1850 contiennent plus d'azote que les colzas d'été de 1852. 70
Conclusion 71
Vérification de ces expériences par une autre méthode. . . . 200-204
Vérification ordonnée par l'Académie des sciences. 205
Rapport de M. Chevreul. 306

TROISIÈME PARTIE.

INFLUENCE DE L'AMMONIAQUE SUR LA VÉGÉTATION.

§ I. — L'ammoniaque ajouté à l'air favorise l'accroissement des plantes et rend leurs produits plus azotés. 73
§ II. — L'ammoniaque peut modifier le cours ordinaire de la végétation. . 74
§ III. — Expérience de 1850. 74
Comparaison des cultures dans l'air pur et l'air ammoniacal. . . . 76
Éléments analytiques.
Analyse des semences. 88
— des récoltes. 165
Volumes d'air qui ont passé chaque jour dans les cloches.
Du 2 au 17 juillet. 170
Du 18 juillet au 17 août 171
Du 18 août au 21 septembre. 172
Du 22 septembre au 23 octobre. 173
Expérience de 1851. 77
Comparaison des cultures dans l'air pur et l'air ammoniacal. . . . 78
Éléments analytiques.
Analyse des semences. 77
— des récoltes. 174
Volumes d'air qui ont passé chaque jour dans les cloches.
Du 13 au 30 juin. 178
Du 1er au 31 juillet. 179
Du 1er au 31 août. 180
Du 1er au 13 septembre. 181
Expérience de 1852. 79
Culture de blé (en note). 81
Comparaison des cultures dans l'air pur et dans l'air ammoniacal. 80

Pages.

Éléments analytiques.
Analyse des semences. 88
— des récoltes. 182
Volumes d'air qui ont passé chaque jour dans les cloches.
Du 4 octobre 1851 au 3 novembre. 187
Du 4 novembre au 3 décembre. 188
Du 4 décembre au 3 janvier 1852. 189
Du 4 janvier au 3 février. 190
Du 4 février au 4 mars. 191
Du 5 mars au 3 avril. 192
Du 4 avril au 4 mai. 193
Du 5 mai au 3 juin. 194
Du 4 juin au 3 juillet. 195
Du 4 juillet au 3 août. 196
Du 4 août au 5 septembre. 197
Du 6 septembre au 11 octobre. 198
Une dernière remarque au sujet des effets de l'ammoniaque sur la végétation. 199
§§ I, II, IV et V. — Effets physiologiques de l'ammoniaque. 82
§ III. — Manière simple d'employer l'ammoniaque dans les serres . . . 85
Accidents que l'emploi de l'ammoniaque peut faire naître 86
Conclusions. 88

QUATRIÈME PARTIE.

Emploi de l'ammoniaque dans les serres. 89
Effets comparés de l'ammoniaque lorsque la végétation a lieu dans dans le sable et la bonne terre. 90
Observations pratiques faites dans quatre serres sur l'emploi de l'ammoniaque, par M. Guibert 90
Observations de M. G. Ville. 94
Emploi de l'ammoniaque pour la production des fruits. — Conjectures. 95
Appendice. 99
Construction des aspirateurs. 100
Comment on a jaugé les aspirateurs. 101
Calcul de la capacité des aspirateurs. 102
Essai des aspirateurs. 105
Aspirateur de zinc, nos 1 et 2. 106
— de fer, nos 1 et 2. 107
— — n° 3. 107
Construction et montage des laveurs qui ont servi pour doser l'ammoniaque de l'air. 108

Pages.
Construction des cloches. 110
Appareil pour dégager l'acide carbonique dans les cloches. . . . 113
Pinces pour serrer les tubes de caoutchouc. 114
Dosage de l'azote. 114
Dosage des cendres. 115
Emploi de la lampe à huile comme fourneau. 116
Semis. 119
Repiquage des plantes. 120
Appareil plus simple pour démontrer l'absorption de l'azote et l'air des plantes. 204
Expérience sur le cresson. 200

CINQUIÈME PARTIE.

§ I. — Du rôle des nitrates dans l'économie des plantes. 207
Opinion de M. Liebig sur la fonction de ces sels. 207
Opinion de M. Kuhlmann. 207
Opinion de MM. Lawes et Gilberts. 209
Opinion de M. Bineau. 209
Origine du nitre contenu dans la séve de quelques plantes. . . . 211
§ II. - Dosage des nitrates en présence des matières organiques (trois méthodes). 212
Du degré de sensibilité et de précision de la première méthode, au moyen de l'hydrogène et de la mousse de platine. 215
Éléments analytiques relatifs à ces dosages. 347
Description des appareils :
Première méthode, au moyen de l'hydrogène et de la mousse de platine. 221
Nouvel appareil, dit gazogène, pour produire l'hydrogène. . . . 224
Appareil complet pour le dosage au moyen de l'hydrogène et de la mousse de platine. 225
Deuxième méthode, au moyen de l'hydrogène sulfuré et de la chaux sodée. 216
Son degré de sensibilité et de précision. 217
Éléments analytiques relatifs à ces dosages. 348
Vérification de la méthode par M. Pelouze. 218
Rapport fait par M. Pelouze à l'Académie des sciences. 328
Description de l'appareil :
Deuxième méthode au moyen de l'hydrogène sulfuré et de la chaux sodée. 226
De quelques précautions qu'il faut prendre, lorsque les matières organiques produisent de la mousse. 228
Troisième méthode. 220

Pages.
Préparation de la dissolution de protochlorure de fer. 229
Comment faut-il représenter la réaction de l'hydrogène sulfuré sur le bioxyde d'azote 229
L'air est-il un mélange ou une véritable combinaison 230

SIXIÈME PARTIE.

Influence des nitrates sur la végétation. 233
Premier cas. — Culture de colza, la terre reçoit 0gr,50 de nitre 334
Éléments analytiques.
Analyses des récoltes 352
Conclusion 235
Deuxième cas. — Culture de colza. La terre reçoit 1 gramme de nitre. . . 236
Éléments analytiques.
Analyses des récoltes. 353
Dans le premier cas, les plantes n'amassent pas un excédant d'azote.— Dans le second, il y toujours excédant 235
Explication 241
Ces expériences vérifient celles de 1849, 50, 51, 52 242
Expériences parallèles sur le froment 242
Culture du froment sans nitre 243
Analyses des récoltes 356
Culture du froment, avec nitre 243
Analyses des récoltes 354
Discussion de ces quatre résultats. 244
Pourquoi M. Boussingault n'obtient jamais un excédant d'azote dans les cultures avec le nitre? 244
Justification de l'explication précédente 245
Cultures de blé Poulard avec beaucoup de nitre arrêtées à deux périodes difrentes 246
Expérience *K*, arrêtée le 25 juin . . . . . .
Expérience *L*, arrêtée le 13 août. 246
Analyses des récoltes 357
Expérience *M*, arrêtée le 19 septembre. 246
Analyses des récoltes 358
A quel état l'azote des nitrates est-il absorbé 247
Cultures parallèles de colza, avec du nitre et du sel ammoniac 248
Analyses des récoltes 358
Cultures parallèles de froment 358
Expérience *Q*, avec le nitre. 249
Expérience *R*, avec du sel ammoniac. 249

Pages.
Analyses des récoltes 358
Expérience S, avec le nitrate d'ammoniaque. 249
Analyses des récoltes 359
Expérience T, avec le phosphate d'ammoniaque 250
Analyses des récoltes 360
Tableau récapitulatif 250
Le nitre ne se change pas en ammoniaque. 251
Caractères des réactions sur lesquelles repose la nutrition des végétaux. . . 251
Conclusions : — A proportion d'azote égale, les nitrates produisent plus d'effet que les sels ammoniacaux. — Photographies à l'appui. 255
Nouvelle discussion des mêmes résultats 260
Conclusions motivées 261

SEPTIÈME PARTIE.

Que devient l'azote des matières organiques qui se décomposent. 262
Produits résultant de la décomposition de la graine de lupin 265
Analyses des produits (Expérience T*) 362
Décomposition de la graine de lupin dans un sol en culture. 267
Analyses des produits du sol (expérience U). 362
Ce que les plantes gagnent d'azote dans ces conditions 269
Analyses des récoltes. 364
Discussion de l'expérience n° 5 269
Vérification de cette expérience par M. Boussingault. 270
Développement de cette preuve, expériences 6 et 7. 273
Analyses des produits, expériences 6 et 7. 365
Vérification des résultats précédents. 274
Les plantes n'absorbent qu'une partie de l'ammoniaqne qui se forme dans le sol. 274
La végétation ne modifie pas le cours de la décomposition des engrais (expériences X et Z) 276
Analyses des produits (pots sans cultures). 366
Analyses des produits (pots cultivés). 367
De la culture dans des pots fumés. 276
Balance entre l'azote de l'engrais et celui des récoltes. 277
Analyses qui s'y rapportent (expérience Z). 368
Deuxième vérification des mêmes résultats. 278
Analyses qui s'y rapportent 370
Conclusions. 280
Discussion d'ensemble fondée sur les résultats qui précèdent 281
Analyses qui s'y rapportent. 372

Pages.
Des rapports académiques dont les travaux de M. Ville ont été l'objet. . . . 302
Rapport de M. Chevreul 306
Rapport de M. Pelouze 329
Réclamation de priorité anonyme, par M. Boussingault 333
Ma réponse et sa preuve 334
Première note déposée sous pli cacheté à l'Académie des sciences, sur le dosage des nitrates en présence des matières organiques, et sur l'assimilation de ces sels par les végétaux 334
Deuxième note déposée sous pli cacheté à l'Académie des sciences, sur les produits qui naissent de la décomposition des matières animales 341
Quelques faits pour servir à la théorie de la production agricole. 375

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

PARIS. — IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH, 1.

A, Aspirateur n° 1 = 1998^{lit},916 à 12°. P = 0^{m},760.

R, Robinet d'aspiration pour la rentrée de l'air.

T, Thermomètre marquant les dixièmes de degré.

R′, Robinet pour faire échapper l'air lorsqu'on remplit l'aspirateur.

R″, Robinet pour empêcher la communication avec le manomètre pendant qu'on remplit l'aspirateur.

R‴, Robinet de remplissage.

T′, Tube de niveau pour indiquer la hauteur de l'eau dans l'aspirateur.

R^{iv} et R^{v}, Robinets pour intercepter la communication de l'intérieur de l'aspirateur avec le tube de niveau, en cas d'accident.

M, Manomètre pour mesurer la force élastique de l'air intérieur.

L, Lunette pour lire les divisions du manomètre.

E, Éprouvette remplie de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique pour arrêter les poussières et l'ammoniaque de l'air.

F′, Flacon renversé pour empêcher l'eau de la pluie d'entrer dans l'éprouvette. Ce flacon est fixé sur un bouchon cannelé ; l'air entre par les cannelures.

G, Flacon laveur contenant une dissolution de bicarbonate de soude pour arrêter l'acide sulfurique entraîné par le courant d'air.

H, Flacon laveur contenant une dissolution de bicarbonate de soude pour laver l'acide carbonique produit dans le flacon K.

K, Flacon dans lequel on produit l'acide carbonique qu'on ajoute à l'air. Cette production s'opère au moyen du bicarbonate de soude et de l'acide sulfurique.

N, Pipette remplie d'acide sulfurique titré dont l'écoulement est réglé au moyen de la pendule électrique P, et de l'électro-aimant Q.

S, Tuyau qui amène l'air dans les cloches.

I, Flacon laveur contenant de l'acide sulfurique dilué.

J, Flacon laveur contenant une dissolution de bicarbonate de soude.

S′, S″, S‴, Conduit qui amène l'air des deux cloches dans l'aspirateur.

V, Flacon dans lequel se rassemble l'eau qui se condense dans le tube d'appel.